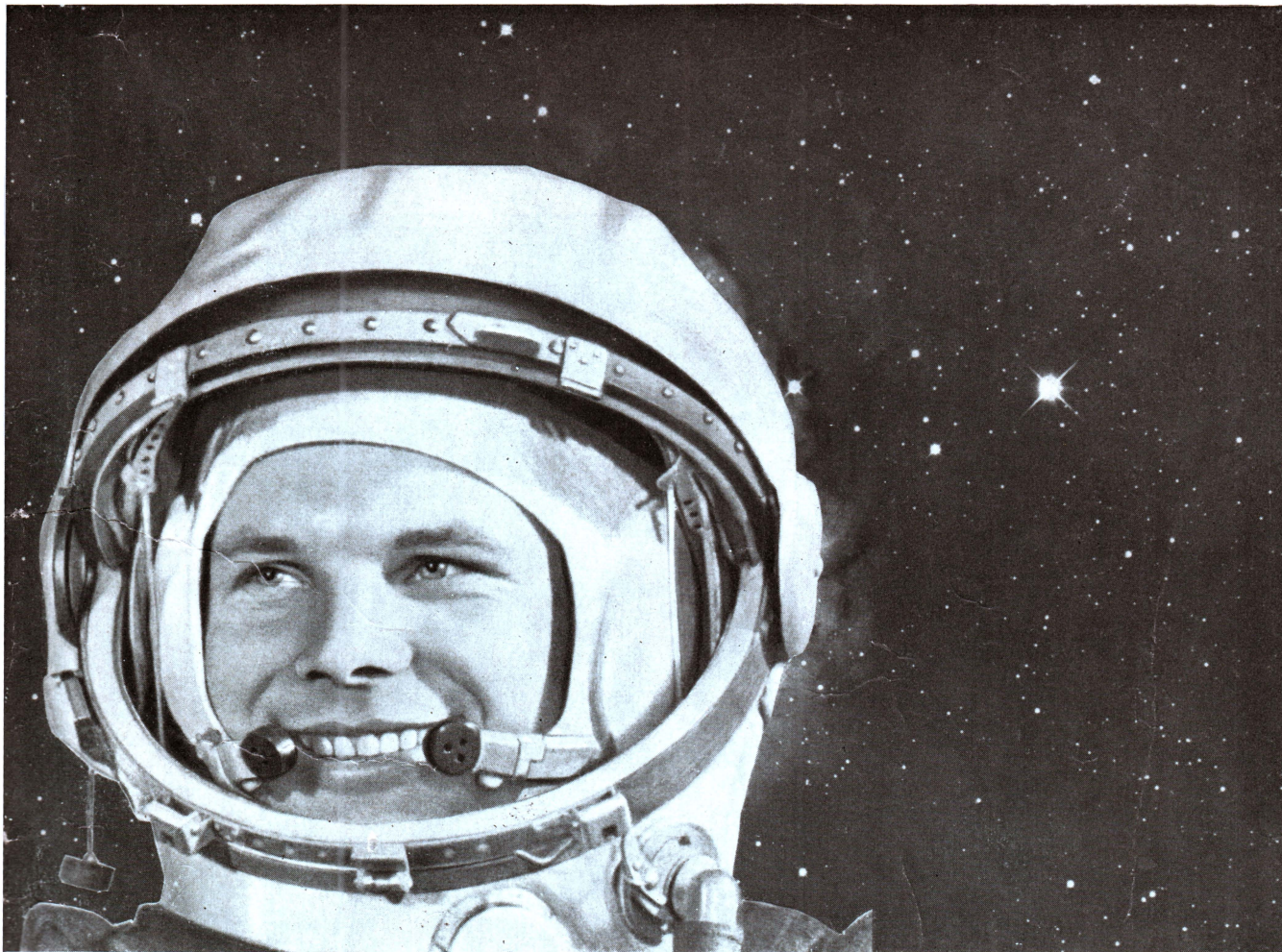




ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

2

12 апреля —

день

КОСМОНАВТИКИ

1969

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



Академик ВАСИЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ ФЕСЕНКОВ (к 80-летию со дня рождения).

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



МАРТ—АПРЕЛЬ

2 1969

Издательство «Наука»
Москва

В НОМЕРЕ

Г. И. Петров — Зачем человечеству завоевание космического пространства?	4
Е. Г. Швидковский — Ракетная техника и развитие физики верхней атмосферы	16
В. А. Амбарцумян — Ядра галактик	25
Г. Н. Сягайло — Космическая пыль в Галактике	35

ЛЮДИ НАУКИ

Василий Григорьевич Фесенков	43
------------------------------	----

ЭКСПЕДИЦИИ

М. Н. Гневашев — Полное солнечное затмение 22 сентября 1968 года	54
П. А. Боровиков, В. А. Иванов, Г. Г. Обдиркин — «Черномор» — подводная лаборатория	60
Н. А. Айбулатов — Океан исследуется изнутри	64

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Д. Я. Мартынов — Современный этап планетных исследований	69
--	----

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Р. В. Куницкий — Оказывают ли такие программы помощь учителям школы?	74
--	----

В ОТДЕЛЕНИЯХ ВАГО

С. Г. Кулагин — Горьковскому отделению ВАГО — 80 лет	75
--	----

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

В. В. Базыкин, Р. Л. Хотинюк — Снова в «Космосе»	81
--	----

НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ

Н. К. Семакин — Будни Народной обсерватории	84
---	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Странички наблюдателя	87
А. Н. Козлов — Солнечное затмение в самодельный рефрактор	92

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

П. Г. Куликовский — Бюллетеню «Переменные звезды» — 40 лет!	93
Е. В. Боровкова — Космические шрамы	95

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Снова к Венере [8]; Космодром — Космос — Красная площадь [12]; Полет «Аполлона-8» [14]; Первые научные результаты полета «Аполлона-8» [15]; Антарктический ледник пробурен до скального основания! [23]; Юбилей Тбилисского университета [47]; Памяти Отто Юльевича Шмидта [48]; Изучение пульсаров продолжается [50]; Еще один астероид вблизи Земли [53]; «Круги» Дж. Роуза [53]; Кислород на Марсе! [59]; Диаметр Нептуна [59]; Тепловой поток из недр Земли [73]; Юбилейное заседание Горьковского отделения ВАГО [79]; Криновит — новый минерал [83]; Яркие планеты в мае — июне 1969 года [91].

На обложке: 1-я стр. — Пионер космоса Ю. А. Гагарин, совершивший 12 апреля 1961 г. триумфальный полет на космическом корабле «Восток».

«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ» приветствует астрономов

и геофизиков — новых членов Академии наук СССР



Академик **Леонид Максимович Бреховских** — заведующий лабораторией Акустического института Академии наук СССР, известный ученый в области акустики океана, радиофизики и теоретической физики, создатель нового научного направления «акустика океана», лауреат Государственной премии.



Академик **Гурий Иванович Марчук** — директор Вычислительного центра Сибирского отделения Академии наук СССР, известный ученый в области прикладной вычислительной математики (теоретические основы краткосрочного прогноза погоды и теория ядерных реакторов), лауреат Ленинской премии.



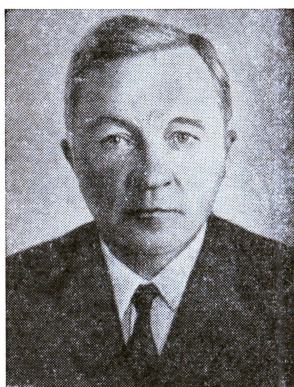
Академик **Лев Александрович Зенкевич** — заведующий лабораторией Института океанологии имени П. П. Ширшова Академии наук СССР, один из ведущих ученых в области океанологии, создатель школы количественных методов познания морских биологических явлений, лауреат Ленинской и Государственной премий.



Академик **Сергей Николаевич Вернов** — директор Научно-исследовательского института ядерной физики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, видный ученый в области исследования космических лучей и радиационных поясов Земли, лауреат Ленинской и Государственной премий.



Академик **Андрей Борисович Северный** — директор Крымской астрофизической обсерватории Академии наук СССР, крупный ученый в области теоретической и прикладной астрофизики (спектральное исследование характера и природы магнетизма Солнца), лауреат Государственной премии.



Член-корреспондент Академии наук СССР **Пантелеймон Леонидович Безруков** — заведующий отделом Института океанологии имени П. П. Ширшова Академии наук СССР, известный специалист в области морской геологии, дважды лауреат Государственной премии.



Член-корреспондент Академии наук СССР **Кирилл Яковлевич Кондратьев** — ректор Ленинградского государственного университета имени А. А. Жданова, видный специалист в области физики атмосферы и спутниковой метеорологии.



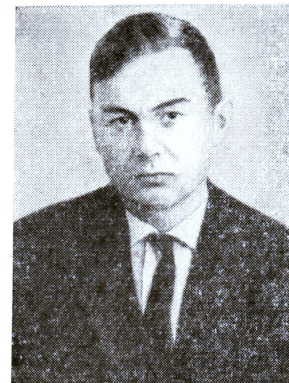
Член-корреспондент Академии наук СССР **Николай Николаевич Парийский** — заведующий отделом Института физики Земли имени О. Ю. Шмидта Академии наук СССР, специалист в области астрономии (природа солнечной короны, некоторые вопросы космогонии) и геофизики (гравиметрия, изучение неравномерности вращения Земли, а также ее приливные деформации).



Член-корреспондент Академии наук СССР **Владимир Евгеньевич Степанов** — директор Сибирского института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн, один из ведущих ученых в области физики Солнца.



Член-корреспондент Академии наук СССР **Всеволод Владимирович Федынский** — начальник Управления геофизических работ Министерства геологии СССР, крупный специалист в области геофизических методов разведки, внесший большой вклад в создание и развитие отечественной геофизики, один из основателей морской геофизической разведки, видный организатор исследований метеоров в СССР, лауреат Государственной премии.



Член-корреспондент Академии наук СССР **Тимур Магометович Энеев** — известный специалист в области механики, в частности, в области динамики и управления полетом ракет и космических аппаратов, лауреат Ленинской премии.

Зачем человечеству завоевание космического пространства?

Г. И. ПЕТРОВ
академик



4 октября 1957 г. радиостанции Советского Союза передали короткое сообщение о том, что разумом и трудом ученых, инженеров и рабочих первой в мире страны социализма создан и выведен на орбиту вокруг Земли первый в истории человечества искусственный спутник. Это сообщение, подхваченное радиостанциями и газетами всего мира, ознаменовало начало нового этапа — этапа завоевания космического пространства.

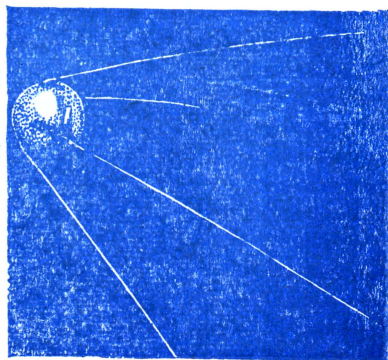
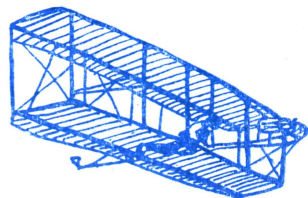
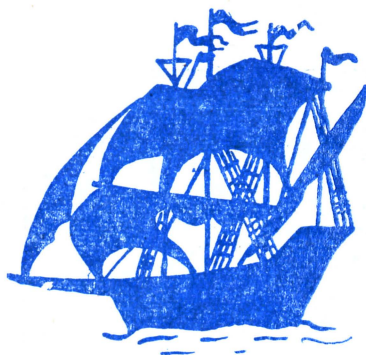
Мы не знаем ни даты, ни даже тысячелетия, когда наши далекие предки начали покорение водной стихии и впервые сознательно использовали плот или какое-либо другое средство передвижения по воде, зато мы хорошо знаем, какую роль это сыграло в развитии цивилизации. Освоение человеком воздушного пространства имеет короткую историю, но едва ли нужно объяснять, какое значение имеет авиация в жизни современного общества.

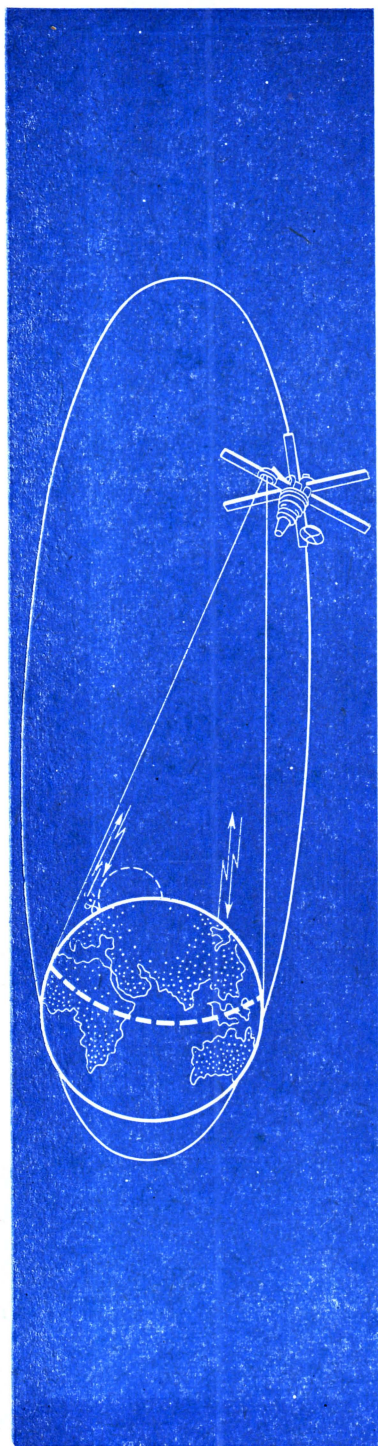
История завоевания космического пространства насчитывает всего несколько лет. Но темпы развития космической техники настолько велики, что в жизни человечества, в промышленности, науке, политике, искусстве все, связанное со словом «космос», занимает большое место и оказывает влияние на ход истории.

При завоевании космоса перед людьми возникли огромные трудности, мобилизовавшие современную науку, технику и технологию, потребовавшие больших материальных средств. Современная ракета весом в несколько десятков или сотен тонн на обычном современном топливе может вывести на орбиту с первой космической скоростью груз, составляющий приблизительно от 2 до 4% своего начального веса, а на орбиту со второй космической скоростью — еще меньший, около 0,5% начального веса.

Система управления должна быть такой, чтобы обеспечить «выстрел», может быть, более точный, чем тот, которым слуга знаменитого барона Мюнхгаузена попал в глаз мухи, сидящей в Стамбуле. Только перед нами стоит еще более сложная задача — задача с подвижной платформы стрелять по подвижной мишени. Вспомним, например, успешно завершившийся полет АМС «Венера-4». Земля движется по своей орбите со скоростью более 100 000 км/час, а Венера еще быстрее — со скоростью около 130 000 км/час. Аппарат должен был попасть на Венеру через 3,5 месяца после запуска. В момент завершения полета Венера находилась от Земли на расстоянии 87 млн. км. А ведь Венера меньше Земли (ее диаметр около 12 200 км). Это исключительно малая мишень для такого расстояния.

Известный всем полет «Зонда-5» потребовал, чтобы аппарат после облета Луны, пройдя расстояние около 400 000 км, вошел в земную атмосферу в пределах узкого «коридора» диаметром порядка 10 км.





Подобную точность полетов должна обеспечить система управления. Проблема надежности ее работы является очень сложной. Ведь такая система представляет собой набор нескольких тысяч различных механизмов и устройств, и от работы каждого из них зависит успех всего полета.

Необходима и связь с Землей на расстоянии сотен миллионов километров, хотя возможности питания бортовых систем при малом весе очень ограничены. Представьте себе такой аппарат, как «Венера-4». При подходе к Венере по команде с Земли начала действовать бортовая система, разворачивающая станцию до тех пор, пока специальное устройство не «заметило» Землю. А ведь Земля с Венеры видна хуже, чем Венера с Земли, потому что Земля дальше от Солнца и ее альbedo (отражательная способность) ниже. После того как станция «нашла» Землю, она двигалась дальше, «держась» за нее, и передавала ценную научную информацию.

Несомненно, что проведение этих экспериментов, не говоря уже о постройке мощных ракет-носителей, потребовало огромных затрат материальных ресурсов, привлечения специалистов всех отраслей науки и техники.

Естественно, встает вопрос: «А что человечество получит взамен? Зачем нужно завоевывать космическое пространство?» Эти вопросы часто задаются в печати многих стран. Даже такой большой физик, как Нильс Бор, сомневался в целесообразности затрат огромных средств на развитие космической техники.

Для оправдания затрат уже сейчас можно указать на непосредственное практическое использование средств космической техники, которое может оказаться экономически более выгодным, чем иные средства решения тех же задач.

Примером может служить успешное развитие работ в области космической связи. В Советском Союзе регулярно действует система «Орбита», которая обеспечивает прием центральных программ телевидения во всех отдаленных уголках нашей страны. Создание радиорелейных линий стоило бы дороже. Дальнейшее развитие такой системы, возможно, обеспечит прием непосредственно на индивидуальные антенны, и это будет иметь огромное значение, потому что иначе пришлось бы построить огромное количество телевизионных станций, чтобы обеспечить всех жителей хотя бы Советского Союза, ведь программы можно принимать только в пределах зоны прямой видимости. Знаменитая Останкинская башня высотой более 500 м обеспечивает прием программ в радиусе всего около 100 км. Ее постройка в густонаселенном районе Московской области вполне оправдана, так как здесь живут несколько миллионов человек. Но строить такие башни в малонаселенных окраинах нашей страны весьма нерентабельно. Искусственный спутник Земли, выведенный на стационарную орбиту, может «видеть» значительный участок земной поверхности и обеспечить прямое вещание, телеграфную и телефонную связь между весьма удаленными пунктами. Еще один пример. Число телефонных вызовов через Атлантический океан растет настолько быстро, что в 1980 г. нужно будет проложить через Атлантический океан еще около 12

кабелей. Это очень дорого. Но тот же объем вызовов может быть выполнен с помощью одного или двух искусственных спутников.

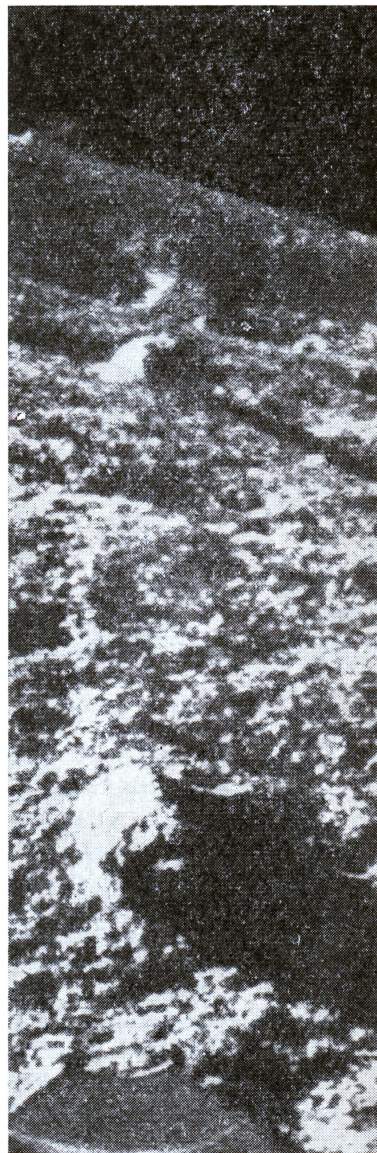
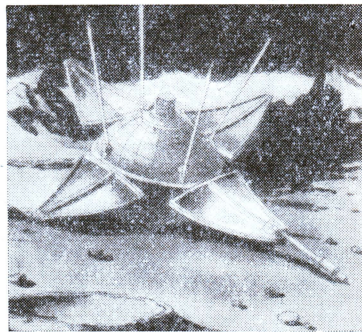
В Советском Союзе с 1960 г. на орбиты выведено несколько метеорологических спутников. Метеорологический спутник представляет собой аппарат, ориентированный так, что установленные на нем приборы могут передавать изображение облачности, ледового покрова в морях, очагов зарождения ураганов. Весьма ценно то обстоятельство, что спутник облетает земной шар за 1,5 часа. В настоящее время существуют советская и американская системы метеорологических спутников; обеспечивается обмен информацией. Эти системы существенно улучшили предсказание погоды, и можно надеяться, что развитие этих систем позволит получать надежный краткосрочный прогноз погоды на 5—6 дней вперед. Что это означает? По подсчетам американских экономистов, надежный прогноз погоды на такой срок даст экономию порядка 5—6 млрд. долларов в год. Примерно такова же стоимость космической программы США (5—7 млрд. долларов в год).

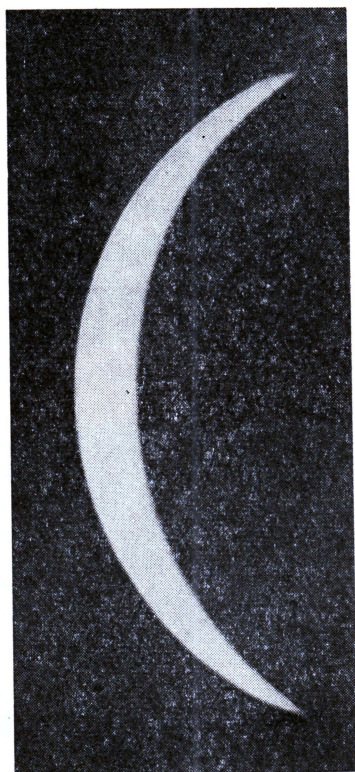
Можно указать еще ряд практических применений космической техники. Но все же не это главное. Главное то, что человечество приобрело новые средства познания мира. Результаты, которые будут получены от научных исследований с применением этих новых средств, будут столь велики, что могут изменить весь ход человеческой истории. И это главное.

Космическая техника позволила по-новому поставить вопрос об изучении планет и, прежде всего, Земли. Уже первые полеты обнаружили существенные изменения плотности в верхних слоях атмосферы в зависимости от уровня солнечной активности. Полеты первых советских искусственных спутников и зондов как бы раздвинули земные границы в мировом пространстве, помогли «увидеть» величественную картину оттекания магнитосферы нашей планеты солнечным ветром — потоком протонов и электронов, летящих от Солнца со скоростями в несколько сотен километров в секунду.

Взаимодействие солнечного ветра с земной магнитосферой существенно сказывается на условиях в окрестностях Земли. Несомненно, что влияние солнечной активности распространяется в нижние слои атмосферы, изменяя их состояние. Меняется, например, проникаемость атмосферы для различного излучения. А это очень важный и сложный вопрос, так как условия жизни на Земле определяются разностью двух величин: получаемой и отдаваемой Землей энергии. Получаемая энергия сосредоточена, главным образом, в видимой части спектра. Доля поступающей энергии в коротковолновой части спектра невелика. Но она существенно влияет на поглощение атмосферой энергии Солнца. Соотношение между получаемой и теряемой энергией сильно зависит от состава и состояния верхней атмосферы.

Глубокое изучение взаимодействия атмосферы Земли с колебаниями уровня солнечной активности может привести к возможности предсказания изменений климата. Можно утверждать, что если мы научимся предсказывать, каков будет





СНОВА К ВЕНЕРЕ

5 января 1969 г. в 9 часов 28 минут московского времени в Советском Союзе в соответствии с программой космических исследований осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Венера-5». Основной целью запуска станции является продолжение исследований планеты Венеры, начатых автоматической станцией

следующий год, будет ли он в тех или иных областях слишком сухим или влажным, — то уже одно это (при условии, конечно, что такое предсказание будет использовано) полностью окупит все затраты на космическую технику и повлияет на всю нашу экономику, на всю нашу жизнь.

К началу космической эры масштабы солнечной системы нам не были известны с точностью, необходимой для межпланетных полетов. Неуверенность в величине астрономической единицы составляла ± 5000 км, так что без ее уточнения мы вообще не могли бы попасть на Венеру. В настоящее время астрономическая единица известна с точностью порядка сотни километров.

Новые космические средства позволили приступить к исследованиям небесных тел и в первую очередь Луны. Еще в начале нашего века увидеть обратную сторону Луны считалось неразрешимой задачей. Но «Луна-3», стартовавшая 4 октября 1959 г., 7 октября сфотографировала обратную сторону нашего естественного спутника и передала снимки на Землю. Теперь уже составлена карта и глобус Луны. Советские станции «Луна-9», «Луна-13» и американские станции «Сервейер» совершили мягкую посадку на Луну и передали на Землю фотографии ее поверхности, на которых можно различить отдельные детали размерами около 1 мм. Были проведены механические испытания грунта, исследования его химического состава. По результатам этих экспериментов можно изучать структуру и плотность поверхностного слоя. Оказалось, что лунные породы по своим свойствам близки к земным базальтам.

Не так давно весь мир был потрясен результатами, полученными во время полета советской автоматической станции на Венеру. Эта интересная и таинственная планета «прячется» за густым слоем облаков, что не позволяло изучать ее обычными методами спектральных исследований. «Венере-4» впервые удалось проникнуть под облачный слой, исследовать состав атмосферы и непосредственно измерить ее температуру. До этого полета сведения о температуре были получены радиометодами, которые давали высокую температуру, но были противоречивы и вызывали сомнения. Сейчас мы уже знаем, что действительно температура поверхности очень высокая — значительно выше 300°C , а давление измеряется десятками атмосфер. Мы знаем теперь, что у Венеры нет магнитного поля, соизмеримого с земным, а следовательно, нет и ионосферы. Эти данные никак не могли быть получены в результате наземных наблюдений.

Космические аппараты выходят за пределы земной атмосферы и магнитосферы. С их помощью можно изучать рентгеновское и гамма-излучение Солнца. Измерения в коротковолновой части спектра волн, идущих из космического пространства, окружающего солнечную систему, тоже приносят информацию о Вселенной.

Рентгеновская астрономия и гамма-спектроскопия — совсем новые разделы астрономии, возникшие только благодаря развитию космической техники. Достигнутые успехи еще невелики, потому что существует ряд технических трудностей, связанных с точной стабилизацией аппарата для слежения

за объектом. Но эти трудности будут преодолены. И мы, несомненно, стоим на пороге великих открытий.

С выходом в космос мы получили новое средство изучения солнечной системы, изучения не методами астрономии, а методами географии, т. е. мы посылаем сначала автоматические станции, а потом станции с исследователями на борту. Возможность посылки экспедиций совершает переворот в мышлении человека. Ведь ближайшие небесные тела — Луна, Венера и Марс — находятся от нас на огромных расстояниях, а радиосигналы с находящихся около них или на них аппаратов идут минуты. Но мы уже можем ставить вопрос об изучении еще более далекого Юпитера, до которого около 600 млн. км. Главная проблема — это получение информации с таких больших расстояний.

Перед наукой открылась еще одна интересная возможность — это исследование космических лучей, их исходного состава. Многие элементарные частицы были открыты при изучении космических лучей, проникающих в атмосферу.

Эксперименты на советских станциях типа «Протон» показали исключительные возможности, которые открываются не только для изучения космических лучей в области высоких энергий, но и для ядерной физики. Чтобы получить высокоэнергетические частицы, в лабораториях используются сложные и очень дорогие ускорители. Они позволяют получать частицы с энергией до 10^{11} эв. Дальнейшее увеличение энергии частиц пока невозможно. И нет даже проекта ускорителя для частиц 10^{14} эв. А в космическом пространстве частицы имеют гораздо большую энергию. На площади регистрирующего устройства, равной 10 м^2 , можно получить в сутки 40 000 частиц энергией 10^{12} эв, а с энергией 10^{14} эв — порядка нескольких частиц.

Развитие сложной космической техники потребовало очень глубокой разработки целого ряда отраслей науки: современной баллистики, аэродинамики, особенно в области движения газа с большими скоростями и смесей газов. Огромные достижения сделаны космической техникой в создании новых материалов, новых типов устройств. Поэтому она оказывает исключительное влияние на развитие всех земных видов техники, особенно на развитие дальней связи и автоматики.

Трудно предугадать все последствия столь быстрого темпа развития техники и науки в области познания мира и в деле его переустройства. Но сейчас уже стало реальным решение таких вопросов, как эволюция Земли и Вселенной, существование новых форм жизни, явления, происходящие на Солнце и звездах. Может быть, изучив Солнце, мы научимся управлять термоядерной реакцией на Земле. Трудно представить себе далекое будущее космической техники. Оно будет определяться развитием разных отраслей науки и техники.

Прекрасна способность человека мечтать, предвидеть и осуществлять свои мечты. В науке и технике эти мечты выражаются в расчетах и программах проведения экспериментов. Результат работы — либо гибель идеи, либо осуществление новой мечты.

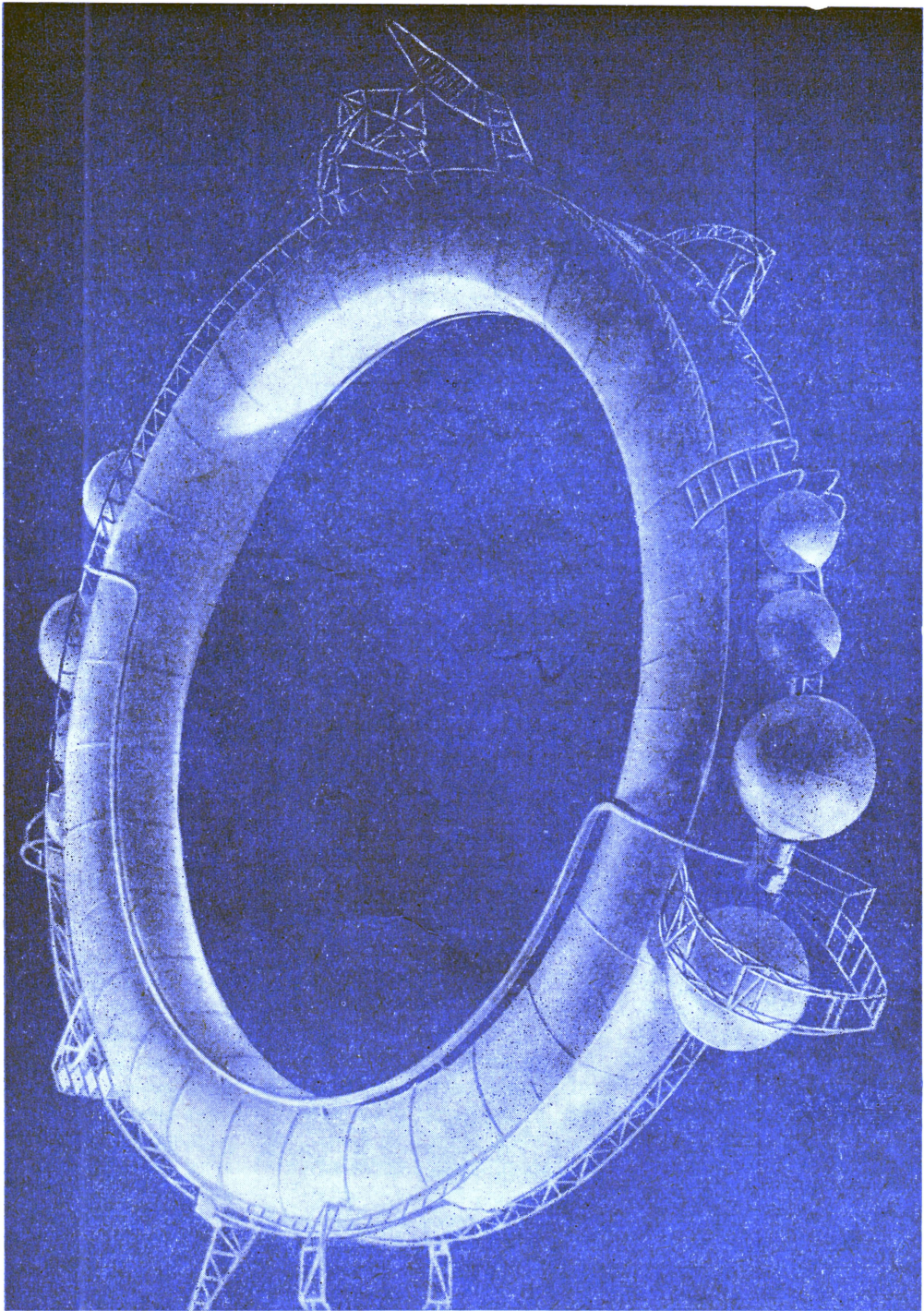
«Венера-4». На станции «Венера-5» расширен состав научной и измерительной аппаратуры, что позволит повысить точность измерений и получить дополнительные научные данные об атмосфере планеты.

В целях более полного изучения планеты Венера и получения о ней большего объема научной информации в Советском Союзе 10 января 1969 г. в 8 часов 52 минуты московского времени осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Венера-6».

Станция «Венера-6» будет проводить научные исследования совместно со станцией «Венера-5». Автоматическая станция «Венера-6» должна произвести плавный спуск в атмосферу на ночной стороне планеты так же, как и станция «Венера-5». Совместный полет двух межпланетных станций даст возможность определить параметры атмосферы в различных районах планеты.

Вес каждой автоматической станции без последней ступени ракеты-носителя 1130 кг. На борту автоматических станций «Венера-5» и «Венера-6» находятся выпелы Советского Союза с барельефом Владимира Ильича Ленина и изображением Государственного герба СССР.

Станции «Венера-5» и «Венера-6» достигнут планеты Венера в середине мая 1969 г.



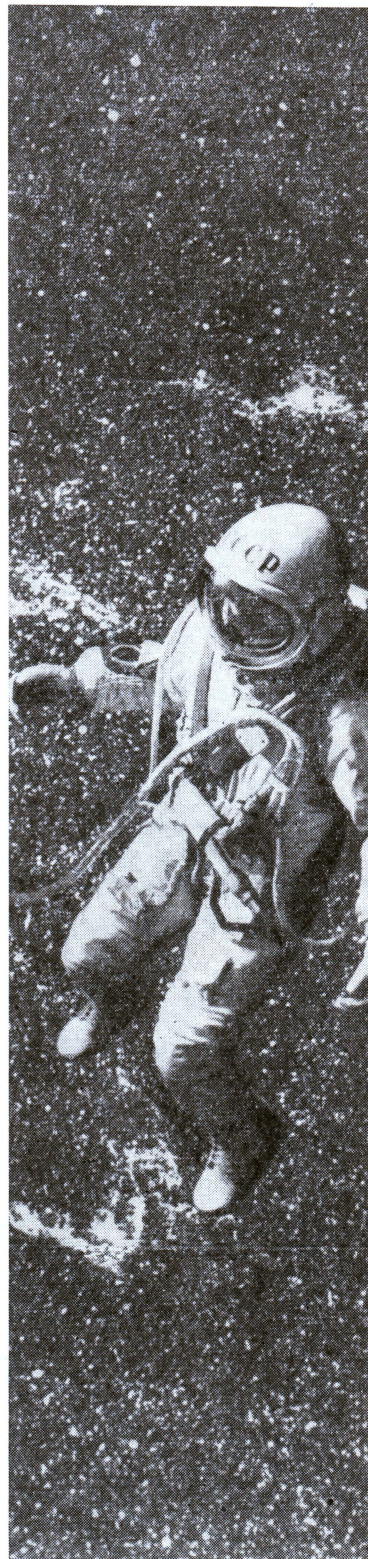
12 апреля 1961 г. советский гражданин Ю. А. Гагарин впервые в истории человечества совершил полет вокруг Земли на космическом корабле «Восток». Его имя и имена других первых космонавтов навсегда останутся в истории человечества. Огромное мужество требовалось этим героям. Но огромное мужество требовалось и людям, впервые пытавшимся летать на первых аэропланах. Это были герои. Прошло немного времени. Сейчас на самолетах летают все. И люди уже недовольны, когда летят на недостаточно быстром поршневом самолете, они мечтают о реактивных пассажирских сверхзвуковых самолетах. Такие самолеты скоро появятся на воздушных линиях нашей страны. На очереди — полеты на большие расстояния за пределы атмосферы. Трудности возникают в связи с перегрузками, которые должны испытывать пассажиры во время подъема и спуска. Но и в этом направлении уже достигнуты некоторые успехи. Во время полета летчика-космонавта Г. Т. Берегового спуск проводился с использованием аэродинамического качества, в результате чего перегрузки были меньше, чем у первых космонавтов. Неудобства создает шум во время старта. Поэтому стартовые площадки придется делать вдали от городов, а доставлять пассажиров на них будут, например, вертолеты. Пока это кажется фантазией. Но ракетное сообщение может стать реальностью.

Так ли пойдет развитие транспортной техники, или нет — сказать трудно. Авиация еще не произнесла своего последнего слова. Но вот что представляется абсолютно ясным. По мере совершенствования технических средств и проникновения человека в космос, в окрестностях нашей планеты появятся космические станции как автоматические, так и управляемые, которые будут сообщаться с Землей. Сначала их основным назначением будет продолжение исследований Земли и мирового пространства, наблюдение за атмосферными явлениями и процессами, происходящими в океане, связь и навигация. Может быть окажется возможным воспользоваться этими станциями для некоторых промышленных целей, например использовать глубокий вакуум.

Человек стремится к ближайшим планетам с целью познания. Можно так представить себе последовательное развитие технических средств в будущем: сначала автоматические станции, пролетающие мимо планеты, потом аппараты, спускающиеся на поверхность, а затем — экспедиции на обитаемых кораблях. Пока трудности, которые должна преодолеть техника, очень велики. Много нужно вложить труда и таланта, чтобы вывести на орбиту большой корабль, обеспечить надежность работы всех агрегатов и передачу информации.

Недалек тот день, когда будет решена загадка природы: существует ли жизнь на других планетах? Возможно ли их освоение?

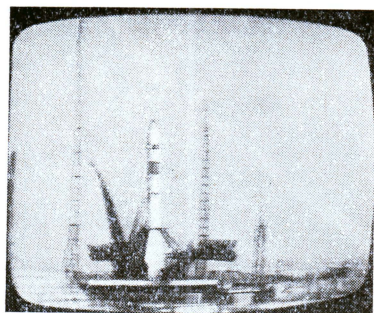
Нет предела силам человеческого разума и энергии. Может быть, к планете полетит искусственный космический корабль, получающий энергию от Солнца. Может быть, развитие техники пойдет по пути освоения других планет, чтобы,



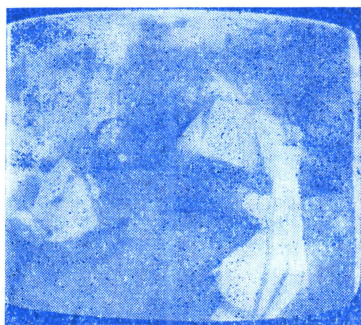
КОСМОДРОМ—КОСМОС—

К полету советских космических кораблей
«Союз-4» и «Союз-5»

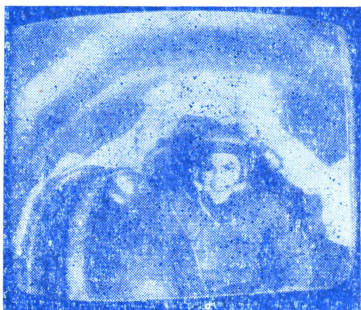
(14—18 января 1969 г.)



Летчики-космонавты СССР Алексей Елисеев, Евгений Хрунов, Владимир Шаталов и Борис Волинов

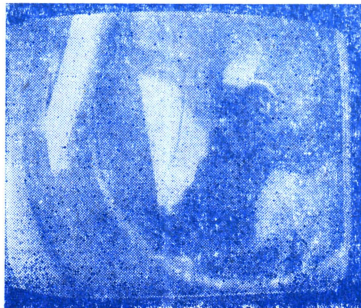


ТЕЛЕРЕПОРТАЖ С КОСМОДРОМА. Ракета-носитель с космическим кораблем «Союз-4» на стартовой площадке



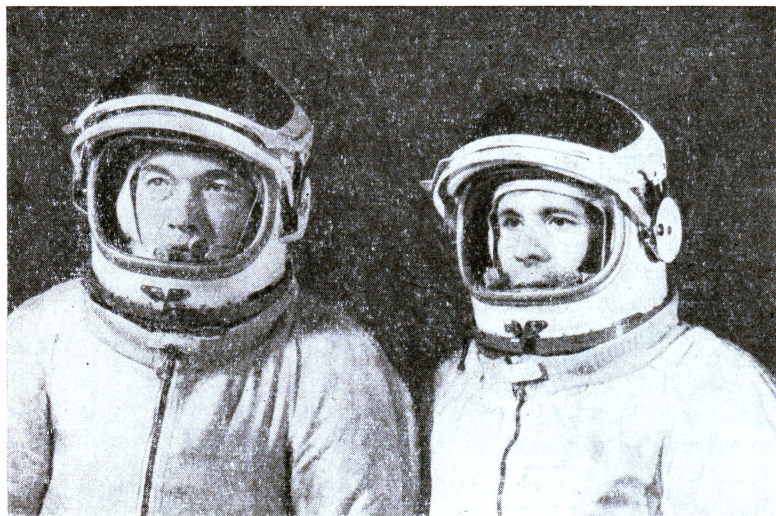
*ТЕЛЕРЕПОРТАЖ С КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ:
Командир космического корабля «Союз-4» В. Шаталов
Командир космического корабля «Союз-5» Б. Волинов
Инженер-исследователь Е. Хрунов в кабине космического корабля
«Союз-5»
Борт-инженер А. Елисеев в кабине космического корабля «Союз-5»*

Фотохроника ТАСС



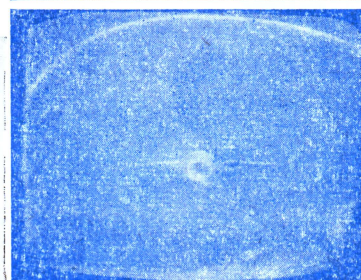
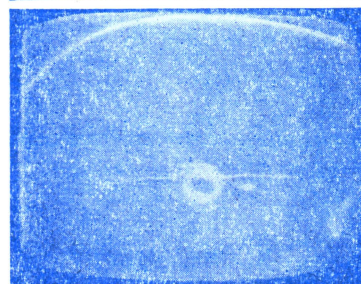
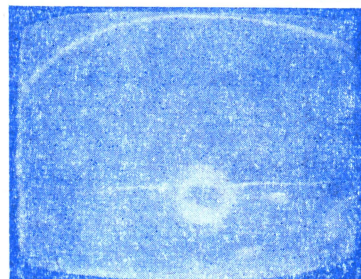
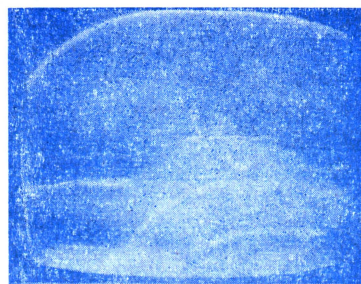
Публикуемые фотографии напоминают о замечательном полете советских космических кораблей «Союз-4» и «Союз-5» («Земля и Вселенная», № 1, 1969 г., 2-я страница обложки).

КРАСНАЯ ПЛОЩАДЬ



А. Елисеев и Е. Хрунов — первые космонавты, работавшие в открытом космосе

Космические корабли «Союз-4» и «Союз-5» во время полета вокруг Земли провели сближение, стыковку и расстыковку. На снимках, полученных с экрана телевизора, — расстыковка кораблей ▶

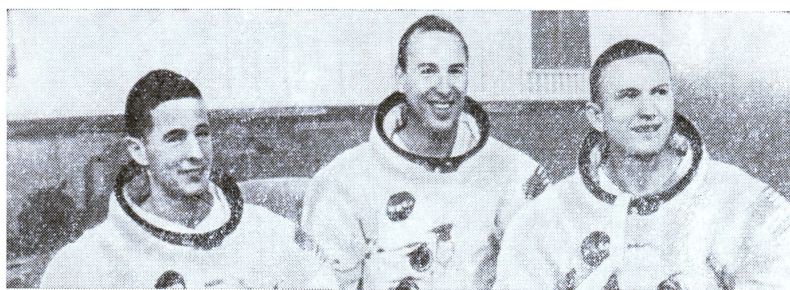


например, изменить условия на Марсе и Венере. Мы уже теперь можем говорить об изменении климата на Земле. Можно, например, вывести на орбиту вокруг Земли достаточное количество очень мелкой пыли. На Землю будут попадать солнечные лучи, рассеянные этой пылью. Настанет вечный день. Изменится тепловой баланс планеты. Она меньше будет терять тепловой энергии, и это сильно изменит климат Земли. Нужно ли это делать на Земле? — не знаю, но на Марсе, может быть, стоит попробовать.

Прошло почти 12 лет со времени первого эксперимента, открывшего человеку путь в космос. Конечно, этому предшествовала большая работа, но условно мы считаем началом космической эры 4 октября 1957 года. Всего 8 лет прошло со дня полета первого человека в космическое пространство. Это очень мало по сравнению с историей человечества. Но за это короткое время человек обрел руки, способные протянуться на миллионы километров, и быстро учится работать этими руками. Обрел человек и новые глаза, способные видеть то, что веками было скрыто от него, обрел и новую идею, способную объединить мысли людей всей Земли. Земляне выходят из своей колыбели и приступают к овладению солнечной системой.



ПОЛЕТ «АПОЛЛОНА-8»



КОСМОНАВТЫ УИЛЬЯМ АНДЕРС, ДЖЕЙМС ЛОВЕЛЛ И ФРЭНК БОРМАН — члены экипажа космического корабля «Аполлон-8»

21 декабря в 15 часов 51 минуту по московскому времени (далее везде время московское) с мыса Кеннеди стартовала ракета-носитель «Сатурн-5» с космическим кораблем «Аполлон-8». Кораблю предстоял далекий путь по маршруту Земля — Луна — Земля. Экипаж корабля: командир — полковник ВВС США Ф. Борман, пилоты — капитан военно-морских сил Дж. Ловелл и майор авиации У. Андерс. Двое из них — Борман и Ловелл, которым исполнилось по 40 лет, уже участвовали в полетах вокруг Земли; для 35-летнего Андерса этот космический рейс — первый.

Через 11 минут 32 секунды после запуска последняя ступень ракеты-носителя «Сатурн-5» вместе с космическим кораблем «Аполлон-8» вышла на околоземную орбиту. Совершив два

витка по этой орбите, космонавты в 18 часов 42 минуты включили двигатель третьей ступени. Всего 5 минут 12 секунд проработал двигатель, увеличив скорость корабля с 28 000 до 39 000 км/час. Корабль перешел на траекторию полета к Луне.

Почти трое суток продолжался полет «Аполлона-8» к Луне. За

это время космонавты провели лишь две коррекции, что свидетельствует о высокой точности выведения корабля на траекторию полета к Луне.

24 декабря в 12 часов 59 минут экипаж «Аполлона-8» включил основной двигатель на торможение, скорость была частично погашена и корабль под действием

лунного притяжения вышел на орбиту вокруг Луны. Максимальное расстояние до поверхности Луны составляло 313 км, а минимальное — 112 км. Корабль сделал по этой орбите два витка. В этот же день в 17 часов 21 минуту корабль еще уменьшил скорость и перешел на круговую окололунную орбиту с высотой 113 км над поверхностью Луны. Восемь витков совершил корабль по этой орбите.

«Аполлон-8» около 20 часов находился на орбите искусственного спутника Луны. Космонав-

ты фотографировали видимую и обратную стороны Луны, выполняли визуальные наблюдения ее поверхности, провели два телевизионных сеанса.

25 декабря в 9 часов 10 минут был включен основной двигатель для перевода корабля на траекторию полета к Земле. На пути к Земле космонавты провели одну коррекцию, которая обеспечила попадание в заданный коридор входа. Перед входом командный отсек отделился от двигательного отсека и совершил

управляемый спуск в атмосфере Земли.

27 декабря в 18 часов 51 минуту космонавты приводнились в Тихом океане, в районе острова Рождества.

13 марта в 20 часов по московскому времени космический корабль «Аполлон-9», на борту которого находились космонавты Джеймс Макдивитт, Дэвид Скотт и Рассел Швейкарт, приводнился в западной части Атлантического океана, в районе Багамских островов. Полет корабля продолжался 241 час.

ПЕРВЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕТА «АПОЛЛОНА-8»

Непосредственной задачей запуска «Аполлона-8» была проверка всех систем этого корабля (без посадочного отсека) и рекогносцировка места посадки, выбранного ранее по фотографиям, которые были получены с помощью аппаратов серии «Лунар Орбiter». Во время полета космонавты сделали много фотографий лунного ландшафта. Эти фотографии, а также данные визуальных наблюдений лунной поверхности представляют определенный интерес для изучения Луны.

Первые комментарии американских ученых чаще всего касаются проблем, которые могли бы быть решены в ходе этого запуска, нежели его конкретных результатов. В частности, предполагается, что фотографии и главным образом телевизионные изображения, полученные при наблюдении со стороны Солнца (в полнолуние для космонавта), позволят обнаружить различия в отражательной способности отдельных участков лунной поверхности, например кратерных лучей. Карты отражательной способности и топографические карты должны явиться исходным материалом для исследования Луны геологами.

Еще фотографии, полученные аппаратами серии «Сервейер», позволили обнаружить загадочное явление, названное «лунными сумерками». Это — нерегулярно наблюдаемая полоса света, сохраняющаяся вдоль лунного горизонта в течение 1—2 часов после захода Солнца. Происхождение «лунных сумерек», возможно, связано с рефракцией или с рассеянием света облаком пылевых частиц, образующихся при ударе метеорита о лунную поверхность. Фотографирование горизонта могло бы, очевидно, способствовать разгадке этого явления, хотя здесь и имеются определенные трудности, так как космонавты могли наблюдать «лунные сумерки» всего лишь несколько мгновений во время «восхода» Солнца.

Высказывалось пожелание и о необходимости фотографирования солнечной короны с окололун-

ной орбиты. В космосе нет рассеянного света, который мешает фотографированию короны с Земли, и космонавты могли бы получить снимки самых слабых, самых отдаленных от Солнца областей солнечной короны.

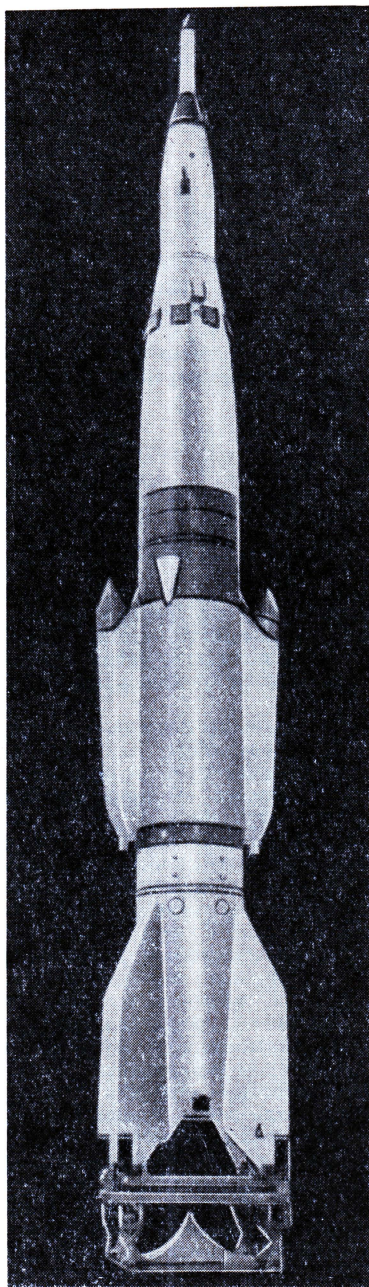
Ни наблюдения, проводившиеся экипажем «Аполлона-8», ни изучение полученных ими снимков лунной поверхности, не дают пока оснований для уверенного решения вопроса о происхождении рельефа Луны. Хотя космонавты и утверждают, что как кратеры, так и большая часть лунной поверхности напоминают по своему виду вулканические образования, некоторые особенности рельефа допускают и метеоритное объяснение. Рельеф, как правило, очень сглаженный. В месте, выбранном для будущей посадки космического корабля (в Море Спокойствия), не обнаружено никаких скал или отдельных глыб. В то же время поверхность обратной стороны Луны оказалась настолько неровной, что, по образному выражению Андерса, она напоминает песок, в котором играли дети.

Цвет лунной поверхности — довольно серый и однообразный, как цвет алебаstra. Внешне поверхность Луны похожа на серый песчаный пляж.

Космонавты наблюдали во время «восхода» Солнца над лунной поверхностью странное и пока еще не разгаданное явление — тонкую, белую, слегка светящуюся дымку над горизонтом, которая располагается над ограниченной областью и имеет форму веера.

Общие результаты полета рассматриваются американскими специалистами как весьма удовлетворительные. Научная обработка фотографий и телевизионных изображений продолжается.

М. Г. Крошкин
кандидат физико-математических наук



РАКЕТНАЯ ТЕХНИКА И РАЗВИТИЕ ФИЗИКИ ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЫ

Е. Г. ШВИДКОВСКИЙ
профессор, доктор физико-математических наук

**СОВЕТСКАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
РАКЕТА В2А.** Длина ракеты
20 м, наибольший диаметр кор-
пуса 1,66 м, максимальная высота
подъема 212 км

Человек живет на «дне» воздушного океана. Но для того чтобы предсказывать погоду и в будущем управлять атмосферными процессами, он посылает измерительные приборы на большие высоты. Это стало возможным благодаря развитию ракетной техники.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

Практической целью исследований атмосферы является предсказание атмосферных процессов и управление ими, использование атмосферы как неисчерпаемого резервуара энергии. Успехи, достигнутые к настоящему времени, относятся к погоде, т. е. к совокупности атмосферных процессов, развивающихся в тонком слое вблизи земной поверхности. Прогноз погоды небольшой заблаговременности — от 3 до 5 дней — дается уже с высокой вероятностью. С предсказанием погоды на более длительный срок, например на месяц, дело обстоит гораздо хуже. Управление же погодой находится в самой начальной стадии и пока ограничивается воздействием человека на переохлажденные облака и туманы в небольших областях. Энергетические ресурсы погоды, например энергия ветра, до настоящего времени используются незначительно. Таким образом, главные практические проблемы, стоящие перед наукой об атмосфере, находятся в начальной стадии решения.

Для человека большие высоты очень важны: возможными источниками энергии в будущем могут стать озон (на высоте 25 км) и атомарный кислород (на высоте 90 км). Но и сейчас благодаря ракетной технике высокие слои атмосферы стали объектом практической деятельности человека: выход в космос, воздушный транспорт больших высот и сверхзвуковых скоростей, проблема безопасного возвращения космонавтов на Землю и т. д.

Атмосфера — один из сложнейших объектов исследования. Она обладает локальной неустойчивостью и вместе с тем высокой стабильностью глобального существования во времени. С физической точки зрения атмосфера не изолированная, а открытая система, подверженная внешнему воздействию солнечного излучения, которое вызывает в ней многочисленные химические реакции. По-видимому, атмосфера обладает высокой степенью саморегулирования, иначе трудно представить себе, каким образом при внешнем воздействии, длящемся на протяжении всего времени существования Земли, она сохраняется практически в неизменном виде. Объяснение этого факта является самой главной теоретической

проблемой физики атмосферы. Ее нельзя разрешить без глубокого изучения атмосферных процессов. В частности, нужно исследовать природу солнечно-земных связей, механизм переноса в атмосфере и трансформации солнечного излучения, роль химических реакций в формировании состояния атмосферы, устойчивость атмосферы по отношению к малым возмущениям, взаимодействие между верхними и нижними ее слоями и т. п. Для этого необходимы данные о составе атмосферы и скоростях разных химических реакций, о термодинамических параметрах и движениях атмосферы, о спектральной плотности фотонных и корпускулярных потоков, об аэрозоле и фазовых превращениях воды. Значит, требуются обширные экспериментальные исследования.

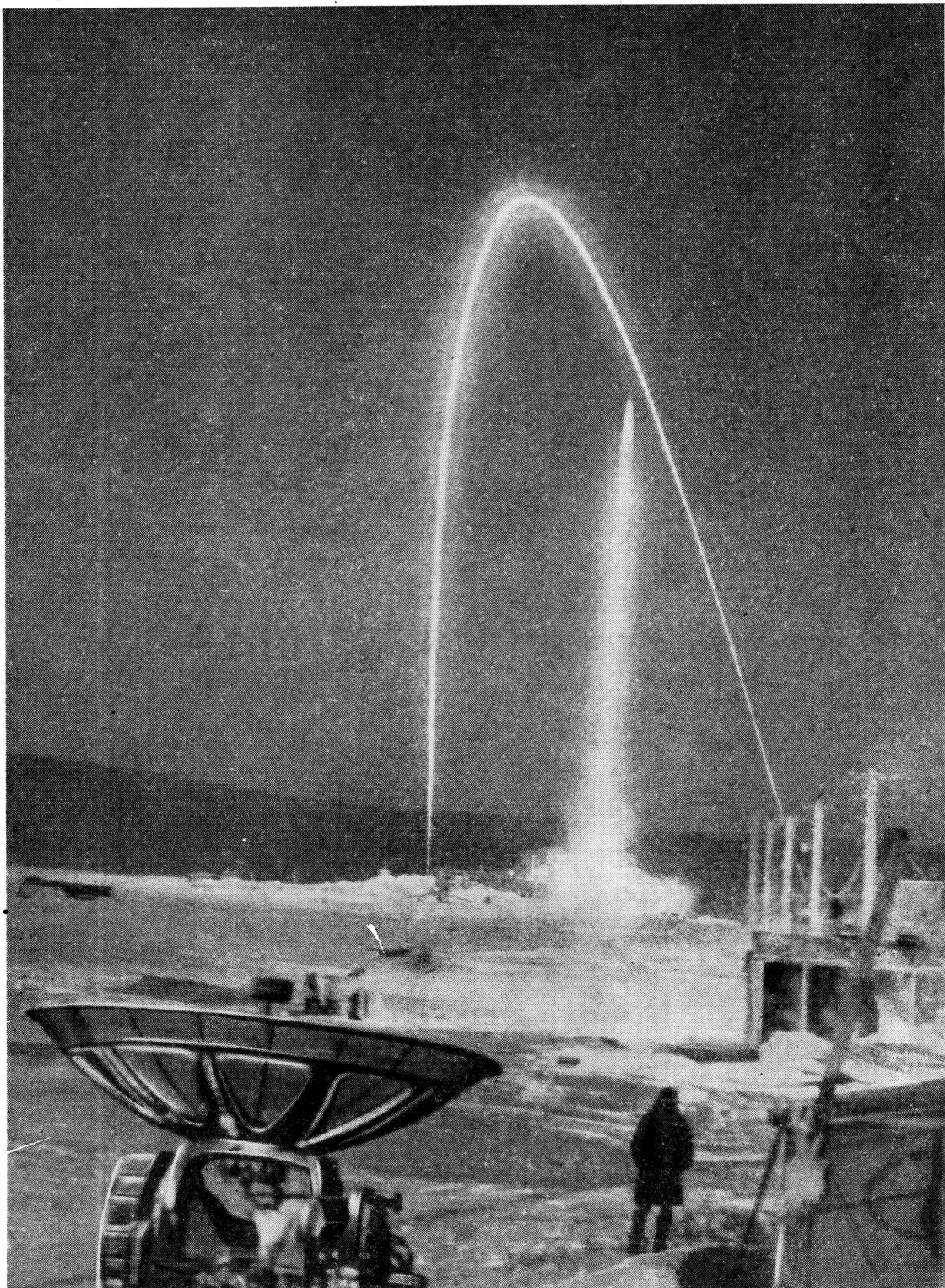
ИЗМЕРЕНИЯ НА РАКЕТАХ

Ракетные измерения потребовали создания новой физической аппаратуры. Например, определение состава воздуха на больших высотах можно было осуществить, установив на ракете сложный физический прибор — масс-спектрометр. Лабораторные модели масс-спектрометров существуют давно и прочно вошли в арсенал физиков. Но ракетная модель должна отличаться от лабораторной малыми размерами и незначительным весом. На первых порах наиболее простым оказалось приспособить к ракетам так называемый радиочастотный масс-спектрометр. В результате изменения его конструкции в СССР и США был создан новый прибор.

Метод измерения концентрации ионов на поверхности Земли был известен давно. Чтобы сделать ракетный вариант соответствующего прибора для определения структуры нижней ионосферы, потребовалось решить ряд радиотехнических и конструкторских задач.

Такие же трудности возникали со всеми без исключения ракетными приборами, независимо от того, использовался старый или новый принцип их создания. Ведь ракетные приборы должны быть устойчивы по отношению к вибрациям и большим ударным перегрузкам. Надо, чтобы они вместе с источниками электрического питания были небольшими и легкими, допускали простое соединение с телеметрической аппаратурой, передающей их показания на удаленный земной приемный пункт.

Публикуется сокращенный текст доклада Е. Г. Швидковского на конференции ООН по исследованию и мирному использованию космического пространства (Вена, 1968).



ЗАПУСК трассирующей (дуга) и исследовательской ракет для изучения верхней атмосферы. Остров Хейса

Таким образом, использование ракет в исследовательских целях потребовало создания целых комплексов физической измерительной аппаратуры и, следовательно, стало фактором технического прогресса в приборостроении.

В ракетном эксперименте измерительный прибор находится в сложных условиях взаимодействия с окружающей средой. Большую часть времени действия он обладает высокой и быстро меняющейся скоростью, проходя через слои атмосферы различной плотности. Чувствительный элемент прибора часто связан с атмосферой посредством трубок и диафрагм. Эти вакуумные коммуникационные системы вносят искажения в показания приборов вследствие того, что взаимодействия атомов и молекул с поверхностью твердых тел приводит к изменению состава воздуха во входном отверстии прибора. Таким образом, в ракетном эксперименте прибор не может непосредственно фиксировать истинные значения параметров атмосферы, поэтому необходимо было предварительно решить физическую проблему «прибор — среда». Так сформировался некоторый самостоятельный раздел физики. Потребовалась теоретическая разработка многих проблем из области газовой динамики, теории теплообмена, физики процессов взаимодействия атомов и ионов с твердой стенкой и других, а также развитие

теории измерений. Создание и использование аппаратуры для измерений на ракетах позволили получить много ценных сведений об атмосфере нашей планеты.

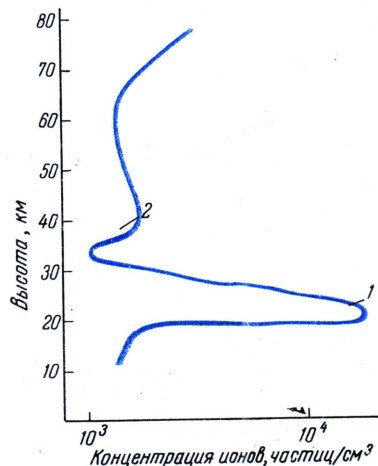
НОВЫЕ ДАННЫЕ О НИЖНЕЙ ИОНОСФЕРЕ

С помощью специальных ракетных экспериментов обнаружено существование нижней ионосферы на высоте 15—70 км. Старые традиционные методы зондирования для изучения ее структуры оказались непригодными из-за того, что ионы взаимодействуют с радиоволнами обычного диапазона слабо, а концентрация электронов мала.

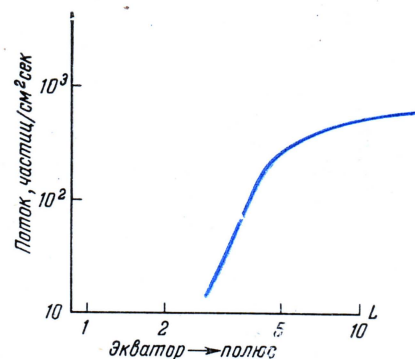
Экспериментально установлено, что на высоте 15—35 км в любое время суток существует значительный максимум концентрации ионов: в средних широтах до 10^4 — 10^5 частиц/см³. По мере уменьшения географической широты максимум убывает. С увеличением высоты от 35 до 50 км ионная концентрация монотонно убывает. Днем возникают небольшие вторичные максимумы.

Между 50 и 70 км концентрация ионов остается почти неизменной. Выше 70 км она растет в соответствии с более ранними измерениями старыми методами.

На основании этих фактов была предложена теория ионообразования в атмосфере между 10 и 70 км. Согласно этой теории, интенсивное образование ионов в области основного максимума (15—35 км) происходит за счет космических лучей, а появление вторичных



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ в нижней части атмосферы над средними широтами СССР. Максимум 1 стабилен и не зависит от времени суток, максимум 2 существует только днем



ШИРОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКА ЭЛЕКТРОНОВ (с энергией выше 40 кэв) на высоте 70—90 км

дневных максимумов можно объяснить фотохимическим взаимодействием заряженных частиц с атмосферным озоном.

Обнаруженные свойства земной атмосферы позволяют внести коррективы в общую теорию ионизации атмосферы. Их нужно учитывать при создании средств связи на основе квантовых оптических генераторов.

СОСТАВ АТМОСФЕРЫ

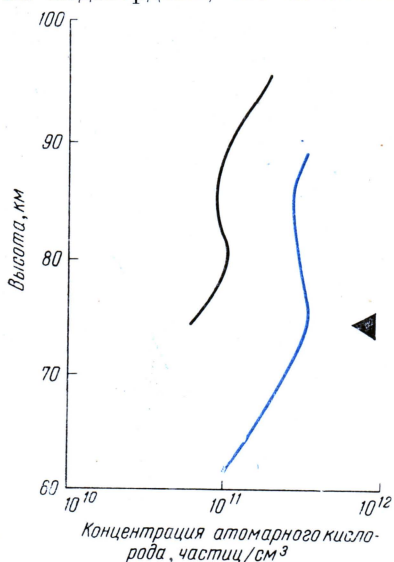
Основными составляющими атмосферы являются кислород и азот. Их однородная смесь простирается до высоты более 100 км, так что средний молекулярный вес воздуха сохраняется практически неизменным. Однако уже давно была известна та важная роль, которую играют в атмосфере даже небольшие примеси, например, озон. Его так мало, что при нормальном атмосферном давлении (на уровне моря) слой озона имел бы толщину всего 3—4 мм. Но этого количества озона оказывается достаточно, чтобы защитить растительный и животный мир от поражения ультрафиолетовым излучением Солнца.

С помощью ракет исследовался состав атмосферы и его изменение с высотой. На больших высотах к азоту и кислороду в молекулярном состоянии добавляется атомарный кислород. Он возникает в результате диссоциации молекул кислорода под действием солнечного излучения. Ракетные эксперименты подтвердили, что абсолютная концентра-

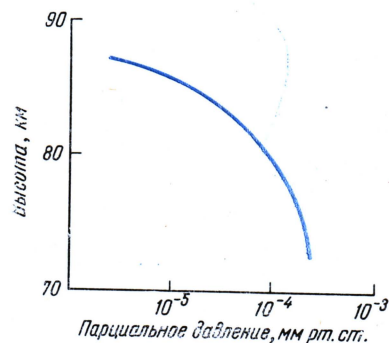
ция атомарного кислорода достигает максимального значения на высоте около 90 км, где, согласно прямым измерениям, содержится до 10^{12} атомов/см³. Относительное содержание атомарного кислорода на этой высоте невелико, но с увеличением высоты оно возрастает, а уже на высоте более 110 км атмосферу нужно считать трехкомпонентной.

До использования ракет экспериментальные данные о количестве водяного пара, который играет огромную роль в тепловом балансе атмосферы, ограничивались областью нижней стратосферы. Применение ракет позволило измерить концентрацию водяного пара на больших высотах. Результаты оказались неожиданными; содержание водяного пара в мезосфере очень велико. Например, на высоте 80 км — порядка 10^{12} частиц/см³. Это в тысячу раз больше, чем предполагали раньше на основании теоретических расчетов. По-видимому, требуется новое рассмотрение фотохимических процессов, протекающих на этих высотах с участием водяного пара, или привлечение иных механизмов, объясняющих его существование в верхней атмосфере.

Большой интерес представляют последние измерения количества атомарного водорода, который образуется, вероятно, при фотодиссоциации молекул водяного пара. Установлено, что в северной полярной области на высоте 120 км концентрация атомарного водорода равна 10^9 атомов/см³, а на высоте 160 км — вдвое меньше. Теоретические расчеты, основанные на старых оценках количества водяного пара, давали обычно концентрации в 100 раз меньше. Таким образом, из этих измерений тоже следует, что количество водяного пара в верхней атмосфере сильно занижалось.



ЭТИ КРИВЫЕ ПОКАЗЫВАЮТ СОДЕРЖАНИЕ атомарного кислорода в атмосфере ночью (чёрная линия) и днём (цветная) над средними широтами СССР



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЯНОГО ПАРА в атмосфере ночью над средними широтами СССР

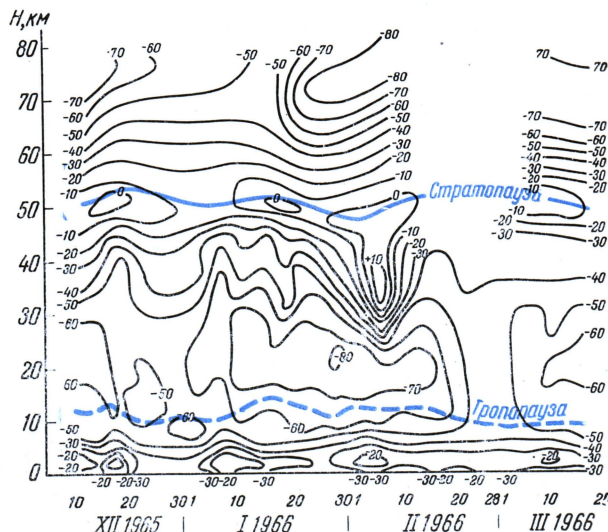
Атмосферные измерения показали присутствие небольших количеств азота, непосредственно подтвердили существование ионов и электронов в ионосфере больших высот, позволили определить их концентрацию и установить природу ионов.

ТЕМПЕРАТУРА, ДАВЛЕНИЕ, ПЛОТНОСТЬ

Температура — одна из важнейших характеристик атмосферы. Ее измерение на больших высотах производится или непосредственно термометрами, манометрами и масс-спектрометрами, установленными на ракетах, или по наблюдению за процессом диффузии искусственных светящихся облаков, которые создаются с помощью ракет.

В результате запусков ракет в разные сезоны и в различное время суток с наземных и корабельных станций ракетного зондирования был накоплен обширный материал о температурном режиме атмосферы до высоты 80 км. Эти работы оказались настолько значительными, что теперь сеть станций ракетного зондирования существует в масштабе всего земного шара. Конечно, ее задачи не ограничиваются измерениями температуры. На станциях ракетного зондирования ведется изучение и других свойств верхней атмосферы.

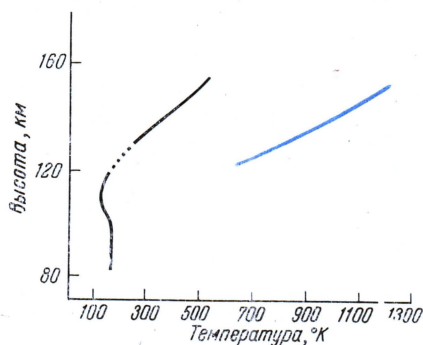
Благодаря измерениям, осуществленным на ракетах, уже хорошо известен общий вид



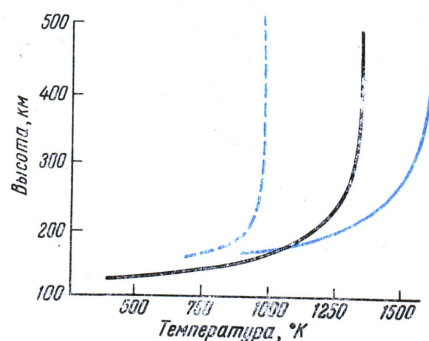
ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ атмосферы над ледником Хейса меняется в разные времена года. Сплошная линия — стратопауза, штрих-пунктирная — тропопауза

вертикальной структуры температурного поля атмосферы. Обнаружена его сложная изменчивость во времени и в зависимости от широты. Изучение этих особенностей, имеющих исключительное значение для физики и метеорологии, — одна из важнейших задач ракетных исследований.

Давление и плотность тоже, конечно, входят в систему метеорологического и физиче-



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ: черная линия — над островом Хейса (верхняя часть кривой получена с помощью масс-спектрометра, нижняя — ионизационным манометром); цветная линия — температура над средними широтами СССР



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ в покоящейся атмосфере (теоретическая простейшая модель). Сплошная линия — с учетом всех аэродинамических реакций и термодиффузии; цветная линия — термодиффузии нет; пунктирная линия — без ионизации кислорода

ского описания атмосферы. Но если известна температура, то давление и плотность можно вычислить. Эти три параметра связаны двумя уравнениями: так называемой барометрической формулой и уравнением со-



ВЗЛЕТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ с корабельной станции «Ю. М. Шокальский» в Тихом океане. Май, 1965 г.

стоянии идеального газа. Поэтому достаточно измерить какой-нибудь один из параметров, чтобы найти два остальных. Обычно так и делается. Однако одновременное измерение двух или трех параметров позволяет обеспечить взаимный контроль данных.

Плотность и давление, как и температура, не стабильны. Они претерпевают заметные вариации. Изучение их важно, так как помогает выявить некоторые эффекты, например атмосферные приливы и солнечно-земные связи.

ХАРАКТЕР АТМОСФЕРНЫХ ДВИЖЕНИЙ НА БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ

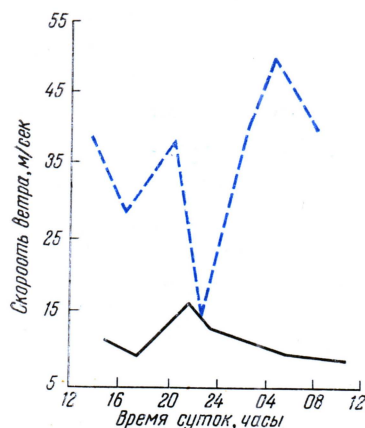
Атмосферные движения подразделяются на три типа: упорядоченное движение (в локальном масштабе его называют ветром, а в глобальном — циркуляцией), неупорядоченное (турбулентное) и диффузионное.

Для изучения упорядоченных движений на высоте больше 90 км с помощью ракет создают искусственные светящиеся облака. Наблюдения за ними показали, что на этих высотах существует сложная кинематическая структура атмосферы. Природа ее пока не выяснена, поэтому необходима серьезная теоретическая работа.

Диффузионные движения на высоте более 100 км экспериментально не изучались. Однако, исходя из теоретических представлений об обобщенной гидродинамике верхней атмосферы и опираясь на экспериментальные исследования состава и температуры, можно думать, что именно диффузия играет основную роль в формировании структуры верхней атмосферы.

Первый важный результат, относящийся к циркуляции в верхней части стратосферы приэкваториальных широт, был получен с помощью ракет, запускавшихся с советского корабля «Обь». Оказалось, что циркуляция в верхней стратосфере, характерная для южного полушария в целом, экватором не ограничивается, она проникает через него и в зависимости от сезона захватывает большую или меньшую область северного полушария, которая простирается иногда до 10° с. ш. С этой несимметричностью циркуляции атмосферы особенно, по-видимому, связана 26-месячная периодичность циркуляции в стратосфере нижних широт.

С помощью ракет был получен обширный материал наблюдений ветра до высоты 60 км



ИЗМЕНЧИВОСТЬ СКОРОСТИ ветра в течение суток над средними широтами СССР. Пунктирная линия — скорость ветра на высоте 80 км, сплошная — то же, на высоте 70 км

и его изменчивости над Арктикой, средними широтами СССР и низкими широтами Индийского и Тихого океанов. Эти наблюдения позволили выяснить основные особенности ветрового режима до указанных высот и связать его с ветрами в тропосфере. Накопленный ма-

териал наблюдений за упорядоченными движениями воздуха на больших высотах необходим для проверки правильности существующих моделей атмосферы и для диагностических и прогнозических целей.

Таким образом, благодаря ракетным измерениям значительно расширились сведения о составе, температурном режиме и движениях атмосферы больших высот.

Полученные результаты очень важны для понимания свойств верхней атмосферы и природы атмосферных процессов. Есть, конечно, еще много нерешенных задач, прямо и косвенно связанных с составом атмосферы. Одна из них состоит в изучении тонкой структуры высотного распределения нейтральных и заряженных частиц. Однако она требует создания новой измерительной техники.

Но ракетные измерения уже дали в руки ученых обширный фактический материал о свойствах атмосферы на больших высотах. Стало возможным, опираясь на этот материал, создать теорию верхней атмосферы, в которой учитывались бы многочисленные фотохимические реакции и реакции рекомбинации. В результате разработки этой теории, благодаря усилиям многих ученых, был создан новый теоретический раздел физики «Обобщенная гидродинамика», описывающий верхнюю атмосферу.



АНТАРКТИЧЕСКИЙ ЛЕДНИК ПРОБУРЕН ДО СКАЛЬНОГО ОСНОВАНИЯ!

На американской антарктической станции Бэрд 29 января 1968 г. пройдена скважина в 2164 м! На сегодня — это самая глубокая скважина во льду. Длинная колонка льда, извлеченная из скважины, составляет 99,7% пройденной толщи.

При соприкосновении бура с породами, подстилающими антарктический ледник, в скважину хлынула вода, поднимавшаяся на 60 м. Подобного явления, став-

шего предметом предположений и дискуссий среди гляциологов, не было даже при бурении в Гренландии, где глубина скважины была 1378 м. Вода на границе соприкосновения ледника с ложем — неожиданный и существенный факт для гляциологов. Однако поднять колонку с образцами пород ложа, как это было сделано в Гренландии, где грунтовая колонка составляла 3,55 м, в Антарктиде не удалось.

Образцы льда в колонках между 400 и 900 м были очень хрупкими и трещиноватыми; с глубиной лед приобрел большую мягкость.

Плотность льда возростала и на глубине 1400 м достигала 0,9205 г/см³. В слоях на глубине 1468, 1514, 1549 и 1584 м обнаружен пепел вулканического происхождения. Предполагается, что пройденные глубокие слои соответствуют осадкам, выпавшим более 20 тыс. лет назад.

Полученные в Антарктиде колонки льда будут изучать в различных научных центрах США, а также в университетах Берна, Брюсселя и Копенгагена.

«Antarctic Journal of the United States», 1, 5, 1966; 3, 2, 1968.

Последние десятилетия ознаменовались крупнейшими открытиями в области внегалактической астрономии. В глубинах Вселенной обнаружены такие новые объекты, как квазары и пульсары. При изучении этих объектов мы встретились с новыми процессами превращения материи. Познание процессов в космических масштабах открывает новые возможности дальнейшего проникновения в структуру и законы превращения материи. Многие наблюдаемые астрофизические явления пока еще не получили объяснения, и, возможно, мы находимся на пороге открытия новых фундаментальных законов природы.

Астрономия и астрофизика имеют не только громадное познавательное значение. Мы вправе ожидать, что в необъятных просторах Вселенной будут открыты еще новые явления, которые мы сможем использовать на Земле.

Советские ученые внесли значительный вклад в науку о Вселенной. С каждым годом расширяются масштабы астрономических и радиоастрономических наблюдений, развиваются теоретические исследования новейших астрофизических проблем. Мы постоянно совершенствуем технику проведения астрономических и радиоастрономических исследований. Как известно, у нас сооружаются самый крупный в мире 6-метровый оптический радиотелескоп и новый радиотелескоп «РАТАН». Строятся орбитальные астрономические обсерватории. С вводом в строй этих объектов советские астрономы получают мощные средства для изучения Вселенной.

Исследования космоса ведутся у нас не только наземными средствами. Наша страна, открывшая космическую эру человечества, внесла большой вклад в развитие космических исследований с помощью спутников и космических станций, в познание свойств космического пространства вблизи Земли и планет солнечной системы. Недавно у нас был осуществлен полет автоматической станции «Зонд-6», позволивший проверить новый перспективный метод возвращения космических аппаратов с межпланетных трасс — метод управляемого спуска с использованием аэродинамической подъемной силы. Результаты космических исследований находят теперь все большее применение в практике, в том числе в области связи и метеорологии. Нет сомнения, что весь широкий фронт исследований Вселенной приведет к новым фундаментальным открытиям и создаст новые перспективы прогресса.

Из речи президента Академии наук СССР
академика М. В. Келдыша
27 ноября 1968 г.

ЯДРА ГАЛАКТИК*

В. А. АМБАРЦУМЯН
академик

Ядра галактик — центральные звездообразные или почти звездообразные сгущения — играют фундаментальную роль в жизни галактик. Радиогалактики, выбросы газа из галактик и даже спиральные ветви галактик — все это результат активности ядер.

Как известно, астрономия делится на три основных раздела: астрономия солнечной системы, астрономия нашей Галактики и внегалактическая астрономия. Объем мирового пространства, исследуемый вторым из этих разделов, почти в 10^{20} раз больше объема, изучаемого первым, а объем, изучаемый в третьем разделе, в 10^{16} раз больше, чем объем, который исследует астрономия нашей Галактики.

Я остановлюсь на некоторых основных вопросах внегалактической астрономии.

Известно, что каждая галактика содержит миллиарды, а иногда сотни миллиардов звезд. К числу сверхгигантских галактик, т. е. наиболее богатых звездами, можно отнести нашу Галактику и галактику М 31 в Андромеде.

Как правило, яркость и плотность в галактиках возрастают к центру. Но кроме этого более или менее плавного возрастания яркости к центру, в самом центре многих галактик были замечены очень маленькие по размерам (иногда в сотни, а иногда в тысячи раз меньшие, чем диаметр галактики) дискретные, звездообразные сгущения. При хорошо

подобранной экспозиции эти дискретные сгущения отчетливо видны на фотографиях на фоне общего центрального уплотнения. Вот эти центральные звездообразные или почти звездообразные сгущения и называются ядрами галактик. Галактика в Андромеде имеет ядро, диаметр которого в 5000 раз меньше, чем диаметр самой галактики.

На фотографиях ядра некоторых галактик совершенно тонут на фоне яркого центрального сгущения. Однако во многих случаях можно подобрать экспозицию так, что ядро все-таки будет видно. Известны и галактики, у которых ядро резко выделяется. Эти ядра, подобно звездам, имеют очень малые угловые размеры.

У некоторых галактик ядра совсем не видны, но о существовании ядра можно судить по прямым признакам его активности. Известно, например, что в галактике М 82 около 1,5 млн. лет назад произошел грандиозный взрыв, и из ее центральной части к нам приходит интенсивное радиоизлучение. Но на снимках М 82, полученных с разной экспозицией, ядра не видно. Заметим, что ядро нашей Галактики скрыто от нас поглощающей материей, но благодаря заметному радиоизлучению ядра мы уверены, что ядро существует.

Ядра галактик в течение многих десятилетий считали обычными деталями галактик,

* Сокращенный текст доклада, прочитанного автором на общем собрании Академии наук СССР 27 ноября 1968 г. Полный текст доклада будет опубликован в сборнике «Наука и человечество», «Знание», 1969 г.



ГАЛАНТИКА М 31 В АНДРОМЕДЕ. Ядра этой галактики не видно на фоне яркого центрального сгущения

а их изучению уделялось сравнительно мало внимания.

Были известны только отдельные факты об их физической природе. Так, было известно, что спектры многих ядер мало отличаются от спектров окружающих центральных областей. В спектрах ядер весьма часто видны неглубокие, размытые линии поглощения, по своим длинам волн совпадающие с наиболее интенсивными линиями поглощения тех звезд, которые населяют центральные области галактик. Это давало основание считать, что каждое ядро — это своеобразное звездное скопление, погруженное в центральную часть галактики.

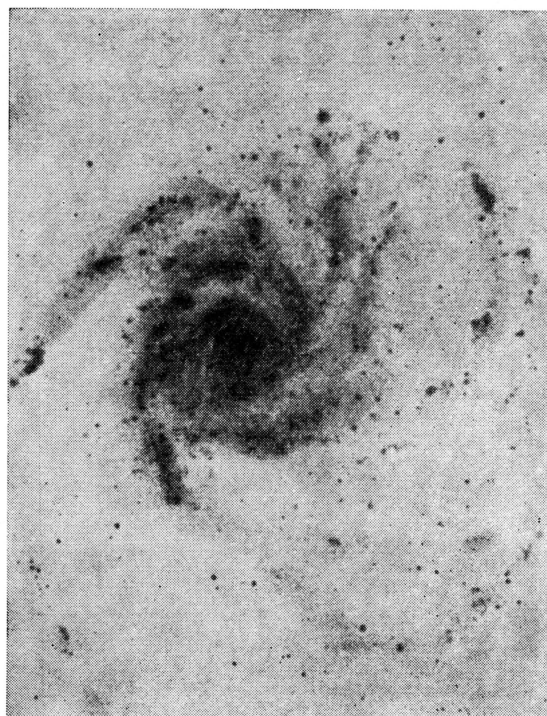
Что касается светимости ядер, то она оказалась самой различной. У многих галактик она настолько низка, что ядро фактически мы не наблюдаем в оптических лучах, у других она достигает 0,1—3% от светимости галактики. И лишь в отдельных случаях она составляет значительную часть светимости галактики.

Поскольку в галактиках часто встречаются шаровые и открытые звездные скопления, существование ядер, состоящих только из звезд, не вызывало больших недоумений в 40-е годы.

В 1943 г. Сейферт опубликовал замечательное исследование спектров ядер нескольких галактик, у которых ядра резко выделяются своей светимостью на фоне центральных частей галактики, составляя иногда до 50% ее яркости. Он нашел восемь галактик, в спектрах которых наблюдаются очень яркие и очень широкие линии водорода. Большая ширина этих линий свидетельствует о существовании в ядре газовых потоков,двигающихся со скоростью 1000 и даже 2000—3000 км/сек. Эти газы через несколько миллиардов лет (срок весьма малый по сравнению со временем жизни галактики) должны покинуть ядро. Если в ядре существуют газовые потоки, то там должны быть и тела, выбрасывающие их. Более детальные исследования, выполненные иностранными и советскими астрономами, показали, что в ядрах галактик Сейферта имеются отдельные дискретные облака, уходящие из ядер с большими скоростями.

Дальнейшие исследования позволили установить, что и в галактиках с менее яркими ядрами мы тоже наблюдаем истечение газов из ядра, хотя и менее бурное. По существу, такое же истечение газов происходит из ядра нашей Галактики.

Открытие газовых потоков в ядрах галактик

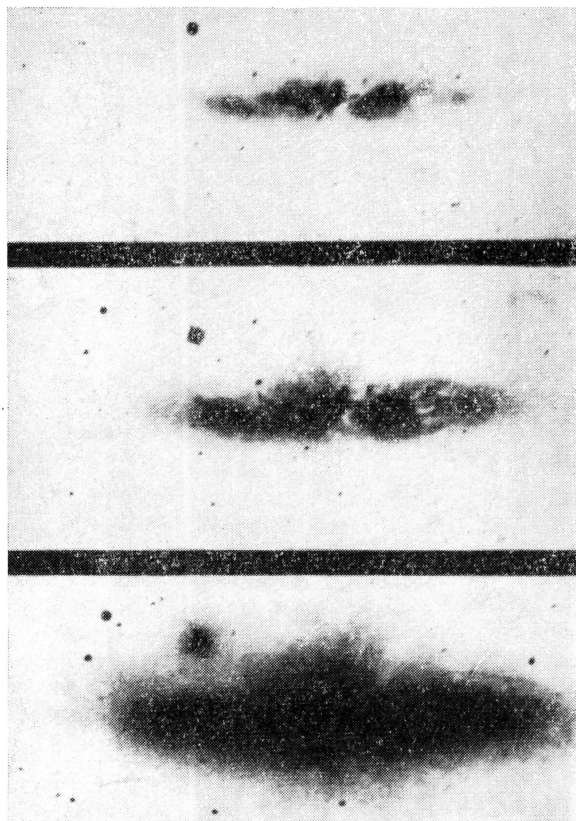


ГАЛАКТИКА М 101 В БОЛЬШОЙ МЕДВЕДИЦЕ (негатив). В центре этой галактики видно небольшое яркое ядро

Сейферта привело к выводу, что ядра галактик, в отличие от звезд и обычных звездных групп, могут обладать своеобразной, качественно новой для нас, формой активности.

Однако решающее значение для развития представлений об активности ядер галактик имело обнаружение радиогалактик. Радиогалактики были открыты в 1952 г., причем авторы этого открытия, В. Бааде и Р. Минковский, одновременно с опубликованием наблюдений предложили теорию, согласно которой возникновение радиоизлучения в галактике объяснялось столкновением двух прежде независимых галактик. С самого начала было очевидно, что эта теория противоречит многим наблюдательным данным. Однако ее внешняя эффективность послужила причиной того, что в 50-е и даже в начале 60-х годов эта теория была разрекламирована гораздо шире, чем любая другая астрономическая теория.

В настоящее время гипотеза о столкновении галактик совершенно забыта. Стало оче-



ГАЛАКТИКА М 82 В БОЛЬШОЙ МЕДВЕДИЦЕ (негатив). На снимках, сделанных с различными экспозициями, ядро незаметно. Либо ядро очень слабое, либо скрыто от нас поглощающей материей

видно, что в ядре каждой радиогалактики происходил сверхмощный взрыв, энергия которого достигала величины порядка 10^{60} эрг. Такую энергию гигантская галактика, состоящая из десятков миллиардов звезд, испускает в оптической области за 1 млрд. лет. Более того, эта энергия сравнима с кинетической энергией движения всех звезд данной галактики. Это совершенно потрясающая по количеству энергия. Так, приблизившись к пониманию природы радиогалактик, астрономы приступили к изучению самых грандиозных энергетических процессов Вселенной.

У одной из ближайших к нам радиогалактик — Девы А — наблюдается истекающая из ядра струя с отдельными сгущениями. Каждое сгущение состоит из электронов высокой энергии, движущихся в магнитных полях. У другой гигантской галактики — NGC 3561 — струя выходит непосредственно

из ядра и тянется на большое расстояние. На самом конце струи — сгущение.

Это сгущение значительно слабее сверхгигантской галактики, из которой оно выброшено. Сгущение имеет интенсивно голубой цвет, как и многие другие объекты такого же типа, обнаруженные позднее. Спектр сгущения сильно отличается от спектра других галактик тем, что значительная часть его излучения заключена в одной линии — линии ионизованного кислорода с длиной волны 3727 Å. А самое поразительное то, что в спектре выброса видны те же эмиссионные линии, что и в спектре ядра галактики, из которой он выброшен.

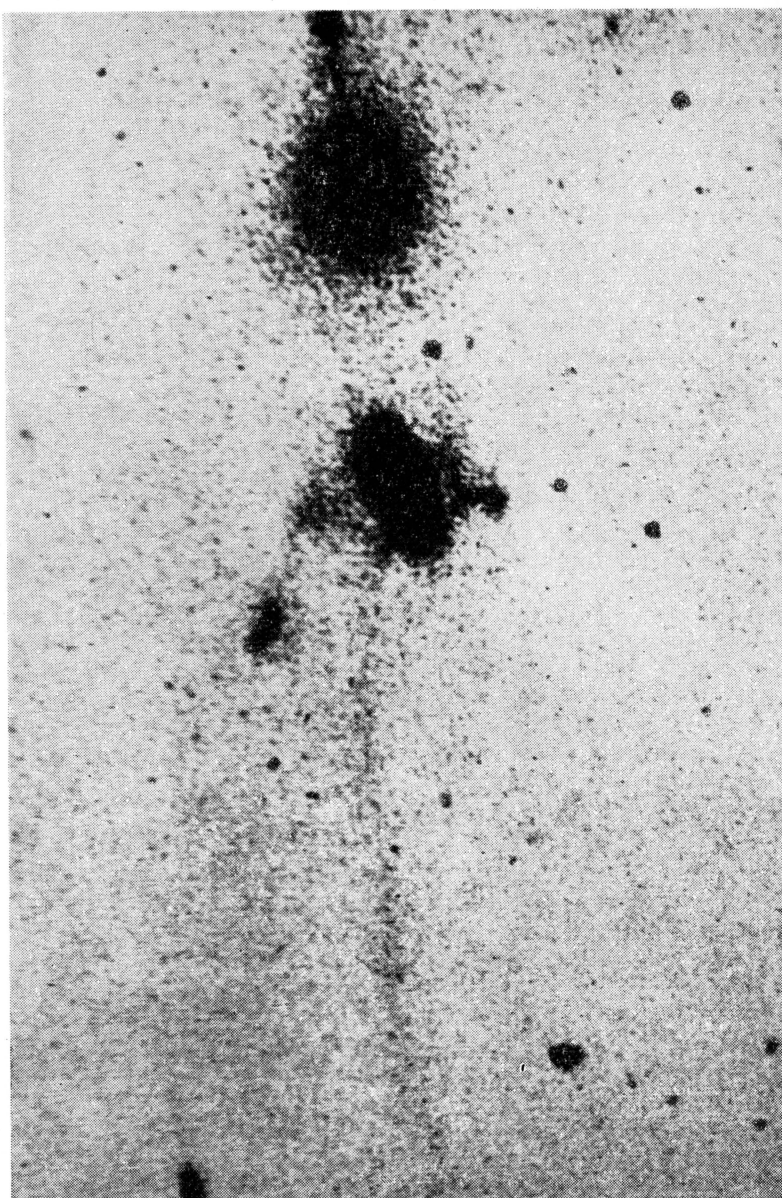
Поэтому сейчас нет сомнений, что сгущение — действительно выброс, а если хотите, — деление ядра галактики на две части. Мы не знаем еще, состоят ли подобные выбросы только из газов или в них имеются и более плотные тела (или одно плотное тело), которые могут дать начало звездам и превращению такого выброса в настоящую галактику.

Часто, когда мы наблюдаем две (или несколько) близкие друг к другу галактики, формы галактик бывают искажены. Объяснить эти искажения формы непросто, но, по видимому, и здесь явления, связанные с ядрами, играют значительную роль. Большая заслуга в изучении взаимодействующих галактик принадлежит профессору Б. А. Воронцову-Вельяминову, который издал замечательный атлас взаимодействующих галактик.

Таким образом, стало очевидно, что существуют, по крайней мере, три формы активности ядер: истечение газов, выбрасывание голубых сгустков и взрывы, приводящие к превращению галактики в радиогалактику.

Новый этап в исследованиях ядер галактик связан с работой сотрудника Бюраканской обсерватории члена-корреспондента АН АрмССР Б. Е. Маркаряна. Маркарян обнаружил, что нормальная зависимость между цветом галактики и ее морфологическим типом иногда нарушается. (Обычно при переходе от эллиптических галактик к спиральным и далее к иррегулярным цвет становится все более голубым.) Некоторые галактики имеют более голубой цвет, чем тот, который соответствует их морфологическому типу. Оказалось, что отклонение цвета галактики от нормы (посинение) более велико, когда мы рассматриваем цвет только центральной части, т. е. цвет суммарного излучения ядра и околоядерной области.

*ГАЛАКТИКА NGC 3561 (негатив).
Непосредственно из ядра этой галактики тянется струя, на конце которой имеется «голубое» сгущение с очень небольшими угловыми размерами*



Известно, что на периферии спиральных галактик, в спиральных рукавах, расположено много ассоциаций голубых звезд, которые имеют голубой интегральный цвет. Но усиление центральных частей галактик не может быть обусловлено голубым излучением звездных ассоциаций. Голубой цвет центральных частей галактик должен быть вызван какой-то дополнительной причиной, связанной, воз-

можно, с деятельностью ядра. По-видимому, мы имеем дело с каким-то дополнительным излучением, которое было названо в Бюракане «незвездным» или «нетепловым».

Сотрудник Бюраканской обсерватории Г. М. Товмасян исследовал на двух крупнейших австралийских радиотелескопах радиоизлучение подобных галактик, обладающих аномальным цветом. Оказалось, что более

половины из них обладают радиоизлучением, исходящим из центральной околоядерной области. Однако это — не радиогалактики, а гораздо менее интенсивные радиоисточники, дающие сильное нетепловое излучение от маленькой центральной области оптической галактики.

Исследования радиоизлучения от других, главным образом, спиральных галактик с нормальным цветом показали, что и среди них имеются объекты, дающие радиоизлучение от центральной области. Однако процент подобных объектов среди нормальных галактик в несколько раз меньше.

Таким образом, активность ядер проявляется еще и в голубом цвете ядер и околоядерной области. Кстати отметим, что голубой цвет означает и наличие интенсивного ультрафиолетового спектра (ультрафиолетового континуума) у центральных частей данной галактики.

Надо сказать, что нам известны цвета (показатели цвета) лишь небольшого числа галактик. Накопление этих данных в астрономии за последнее время шло чрезвычайно медленно, так как каждая галактика наблюдалась в отдельности щелевым спектрографом либо же фотоэлектрическим фотометром. Естественно, что наблюдатели были вынуждены ограничиться исследованием спектров и цветов наиболее ярких галактик.

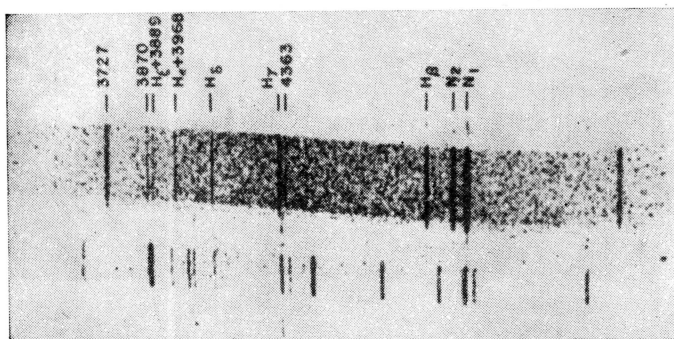
Положение совершенно изменилось, когда в нашей стране для метрового телескопа системы Шмидта Бюраканской обсерватории были изготовлены объективные призмы. Появилась возможность одновременно получать с небольшой дисперсией спектры сразу многих звезд и галактик, находящихся на площади около 20 квадратных градусов. Сфотографировав эти спектры, мы можем немедленно выбрать среди сотен или тысяч галактик (то же относится к звездам) те, спектры

которых обладают интересующим нас свойством, например интенсивным ультрафиолетовым континуумом. Затем выбранные галактики можно, образно выражаясь, передать для изучения на щелевых спектрографах с большой дисперсией. Так возникли составленные Маркаряном списки голубых галактик, точнее, галактик с ультрафиолетовым континуумом.

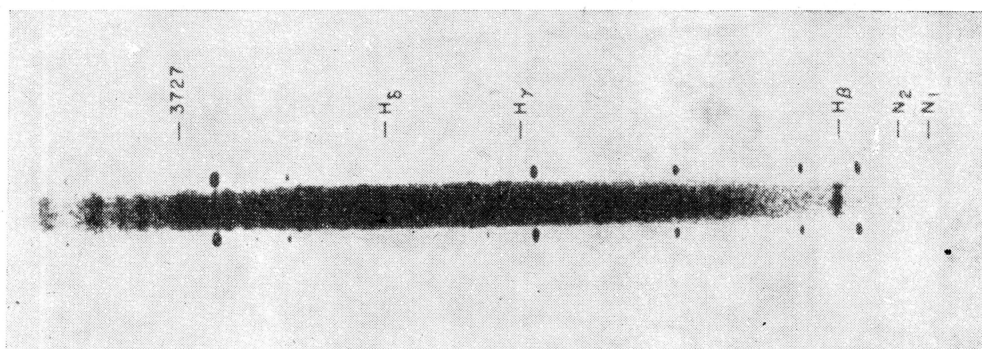
Наблюдения полусотни галактик Маркаряна, выполненные сотрудником Бюраканской обсерватории Э. Е. Хачикяном на крупнейших американских рефлекторах со щелевыми спектрографами, показали, что за редким исключением все галактики имеют очень яркие эмиссионные линии. У четырех галактик из списка Маркаряна эмиссионные линии водорода оказались очень широкими. Большая ширина водородных линий характерна именно для галактик Сейферта. Так Э. Е. Хачикяну удалось открыть среди галактик Маркаряна четыре объекта типа Сейферта. Для сравнения укажем, что за 25 лет, прошедших с опубликования работы Сейферта, к его первоначальным восьми объектам этого типа было прибавлено три. А ведь пока подробно изучено меньше четверти открытых Маркаряном галактик с ультрафиолетовым континуумом.

У половины галактик Маркаряна излучение ультрафиолетового континуума и излучение в эмиссионных линиях сконцентрированы в небольшой околоядерной области. Эти галактики — компактные объекты. В этом отношении они напоминают квазизвездные объекты (квазары), которые были открыты в 1963 г. и вызвали всеобщий интерес. Однако светимость этих компактных объектов в сотни и более раз ниже средней светимости известных нам квазаров.

Светимости ядер (подчеркиваю, одних лишь ядер) некоторых галактик Маркаряна



СПЕКТР ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯН 5. Самые яркие и широкие линии в спектре — линии дважды ионизованного кислорода N_1 и N_2 . Рядом с этими линиями видна линия водорода H_δ . Ее ширина меньше, чем ширина линий дважды ионизованного кислорода



СПЕКТР ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯН 42. В этом спектре очень широки линии водорода (например H_β), а линии N_1 и N_2 дважды ионизованного кислорода много слабее. Эта галактика относится к числу галактик Сейферта

сравнимы с интегральными светимостями гигантских и сверхгигантских галактик. Эти ядра по многим своим свойствам близки к квазизвездным объектам. С другой стороны, не зарегистрировано ощутимого потока радиоизлучения от ядер многих компактных галактик. Таким образом, несколько уступая квазарам в оптической светимости, эти объекты во много раз больше уступают им в радиосветимости.

Я должен сказать, что очень много пишут о том, являются ли квазары столь далекими объектами, как это вытекает из их лучевых скоростей. Я абсолютно уверен, что они действительно очень далекие объекты. И тогда они очень тесно, очень хорошо связываются с ядрами галактик Сейферта и так называемыми N-галактиками, значительная часть излучения которых сконцентрирована в их ядрах.

Поскольку мы затронули вопрос о сходстве явлений, наблюдаемых в активных ядрах галактик, со свойствами квазаров, я позволю себе остановиться на последних.

Квазары обладают теми же свойствами, которыми активные ядра галактик отличаются от других ядер и от других галактик, только эти свойства выражаются в наиболее крайней и наиболее яркой форме. Выше мы видели, что к этим свойствам относятся: высокая светимость, голубой цвет и наличие ультрафиолетового континуума, компактность и яркие эмиссионные линии в спектрах. Прибавим сюда еще переменность светимости во времени, о которой мы не упоминали.

Интенсивное радиоизлучение, характерное

для квазаров, встречается сравнительно редко у активных ядер галактик и даже у галактик типа Сейферта, хотя более слабое радиоизлучение, по-видимому, имеется у всех активных ядер.

Нужно сказать, что еще в 1965 г. американский астрофизик А. Сендидж вместе с сотрудниками привели наблюдательные данные, свидетельствующие о существовании квазизвездных внегалактических объектов высокой светимости, отличающихся от квазаров лишь тем, что они не дают интенсивного радиоизлучения.

Сендидж тогда выразил мнение, что таких квазизвездных оптических источников примерно в 500 раз больше, чем квазаров. Анализ аргументов Сендиджа показал, что, хотя такие «оптические» квазары существуют, численность их много меньше. Скорее всего число квазизвездных оптических объектов лишь в 50 раз превосходит число квазаров той же видимой яркости. В 1968 г. было опубликовано новое исследование Сендиджа, в котором говорится, что оптических квазизвездных объектов примерно в 100 раз больше, чем квазаров.

По существу, и те и другие можно объединить в один общий класс голубых квазизвездных объектов, небольшая часть которых испускает интенсивное радиоизлучение и поэтому носит название квазаров. Следовательно, и по этому признаку устанавливается сходство между активными ядрами галактик и квазизвездными голубыми объектами.

Таким образом, вырисовывается следующая схема общей классификации внегалактиче-

ских объектов по степени их компактности и по светимости ядер:

1. Галактики с нормальными ядрами;
2. Галактики с активными (возбужденными) ядрами, среди которых можно выделить галактики Сейферта;

3. Голубые квазизвездные объекты, в число которых входят и квазары. В каждой из этих групп можно найти объекты с более или менее интенсивным радиоизлучением.

Активность ядер галактик и квазаров проявляется в виде мощных взрывов, при которых выбрасываются огромные сгустки и облака газа с массой, в миллионы раз превосходящей массу Солнца, а также в виде возбуждения эмиссионных линий и ультрафиолетового континуума в окружающем ядро газе.

Понятно, что с момента обнаружения этих явлений встал вопрос об их причинах, об источниках огромных количеств энергии и вещества, освобождающихся в результате активности ядра. В связи с этим было обращено внимание на то, что все рассматриваемые активные процессы в ядрах связаны с рассеянием выделенной в небольшом объеме энергии, с разбрасыванием и экспансией вещества, с переходом вещества из более плотного состояния в разреженное.

С другой стороны, все классические представления о происхождении и эволюции космических тел и космических систем исходили из предположения о сгущении вещества и образовании плотных тел из разреженных газовых масс. Для сторонников таких классических взглядов новые факты, относящиеся к активности ядер галактик, так же как свидетельства в пользу того, что эта активность играет существенную роль для эволюции каждой галактики в целом, оказались большой неожиданностью и даже неприятностью. Поэтому-то вплоть до 60-х годов многие пытались отрицать, или, по крайней мере, игнорировать факты, относящиеся к активности ядер галактик.

Но еще в 1958 г., когда мне пришлось впервые выступить на Сольвейской конференции с докладом, посвященным в основном проблемам активности ядер, некоторые представители классического направления в космогонии предложили попытаться найти объяснение описанных нами явлений в терминах катастрофического сжатия большой газовой массы, окружавшей центр галактики, и последующего в результате этого взрыва.

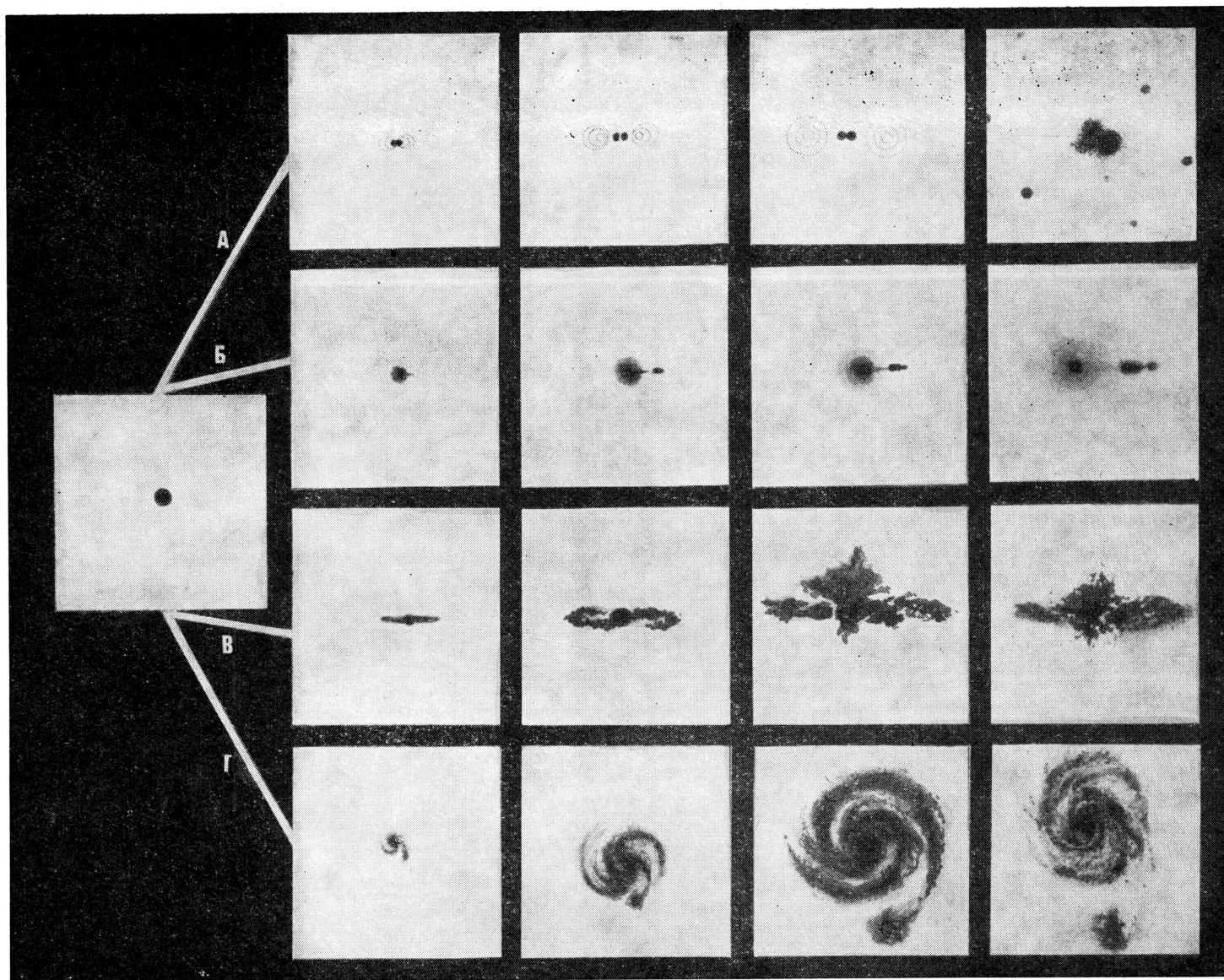
Несмотря на всю искусственность попыток объяснить повсеместно наблюдаемые явления расширения и выбросов первоначальным катастрофическим сжатием, эта гипотеза, получившая название гипотезы коллапса, несколько лет обсуждалась в науке.

Гипотеза коллапса встречается с рядом трудностей при попытке построения на ее основе даже самой грубой теории явления. Однако она должна быть отвергнута и по другой причине. Дело в том, что ей противоречат факты, относящиеся к повторяемости взрывов. Так, несомненно, было по меньшей мере три последовательных взрыва в радиогалактике Центавр А, сопровождавшихся каждый раз выбросом пары излучающих облаков. По мнению М. Райла, есть аналогичные свидетельства в пользу последовательных взрывов также и в других радиогалактиках. Гипотезе коллапса противоречат, в частности, и явления выброса относительно плотных газовых сгустков — голубых галактик, а в особенности случаи, когда последовательно выбрасывалось несколько сгустков.

Наконец, согласно гипотезе коллапса, мы должны были наблюдать, наряду с галактиками типа Сейферта, во много раз большее число галактик, у которых вокруг центра были бы сосредоточены гигантские газовые массы, не обладающие сколько-нибудь заметным вращением. Но этого вовсе не наблюдается.

Другая гипотеза исходит из представления, что ядро галактики на более раннем этапе развития представляло собой некоторую автономную звездную систему, состоящую из сотен миллионов звезд, помещенную в центре галактики. Согласно законам динамики звездных систем, такое большое звездное скопление должно было с течением времени терять звезды и сокращаться в размерах. При достижении относительно малых размеров ядра (около парсека в диаметре) возрастала вероятность прямых столкновений между звездами. Известно, что вне ядра, в окружающей галактике, такие столкновения настолько редки, что ими совершенно пренебрегают. Частые столкновения между звездами должны вести ко многим необычным явлениям, и в частности, к обнажению недр звезд, возникновению общей газовой оболочки из «ободранных» поверхностных слоев отдельных звезд, звездным взрывам и т. д.

По мнению ряда авторов, такая гипотеза при ее разработке может объяснить различные необычные явления в ядрах. Очевидно,



СХЕМЫ РАЗВИТИЯ ГАЛАКТИКИ при различных проявлениях активности ядер: А — деление ядра и выброс радиоизлучающих облаков; Б — выброс из ядра галактики струи со сгущениями, которые затем превращаются в голубые галактики; В — выброс газовой материи при взрыве в ядре галактики; Г — формирование спиральных ветвей и спутника галактики из вещества ядра. Справа фотографии галактик, обладающих соответствующими проявлениями активности ядер

что эта гипотеза — более усовершенствованный вариант той же гипотезы коллапса. Нам кажется, что она заслуживает серьезного обсуждения. Однако и она наталкивается на некоторые трудности, особенно при объяснении повторных взрывов и повторных направленных выбросов газовых сгустков.

Третья гипотеза, возникшая в Бюраканской обсерватории одновременно с зарождением самых первоначальных представлений об активности ядер галактик, заключается в том, что материя, выбрасываемая при взрывах, с самого начала входила в состав некоего сверхмассивного гипотетического тела, составляющего сердцевину ядра. Согласно этой гипотезе, ядро тем и отличается от других компактных звездных групп, например звездных скоплений, что оно содержит очень массивное и довольно плотное тело. Активность ядра — это результат деятельности этого сверхмассивного тела, масса которого может достигать сотен миллионов или даже миллиардов масс Солнца. Поскольку предполагается, что такое тело может существовать в ядре длительное время, то повторяемость как выбросов радиоизлучающих облаков, так и выбросов газовых сгустков в виде небольших голубых галактик не вызывает каких-либо затруднений. По этой гипотезе не ядро образовалось в уже существовавшей галактике, а галактика возникла в результате активности ядра. Образование радиоизлучающих облаков, выброшенных из центрального ядра, является с этой точки зрения лишь одним из примеров космогонической активности ядра.

Тот факт, что спиральные рукава галактик выходят из ядра, полностью гармонирует с этой картиной. А возможность фрагментации ядра и особенно последовательной фрагментации сверхмассивного тела открывает перспективу объяснения кратных галактик и существования скоплений галактик. Многие характерные свойства скоплений галактик становятся понятными на этой основе.

Мы не хотим утверждать, что изложенная выше в грубых чертах гипотеза не имеет своих трудностей. Тем более, она не является сколько-нибудь последовательной теорией. Наоборот, мы допускаем, что ее можно будет превратить в правильную теорию, внося в нее некоторые новые идеи и улучшения. Но она позволила объединить огромное множество фактов, предвидеть многие новые факты, а главное, указала на предвзятость существовавших представлений о конденсации га-

лактик из межгалактического диффузного вещества.

Если мы примем эти представления, то мы должны сделать вывод, что ядро галактики, теряя за время своей жизни огромные массы вещества, претерпевая взрывы и даже, иногда, фрагментацию, должно с течением времени сильно меняться. Нет ничего неестественного в предположении, что на некотором этапе первоначальное ядро совершенно исчезает. И действительно, некоторые галактики вовсе лишены ядер. Правда, в одних случаях можно думать, что они невидимы из-за отдаленности галактики. Но в других случаях (например, у Магеллановых Облаков — очень близких к нам галактик) отсутствие ядер можно считать установленным фактом.

В результате современного развития астрономии, применения все более мощных оптических и радиотелескопов Вселенная совершенно изменилась в наших представлениях. Еще 30 лет назад она казалась нам спокойным и даже торжественным миром почти неизменных неподвижных звезд. Сегодня мы наблюдаем бурную деятельность тех же звезд, переживающих грандиозные вспышки, быстро эволюционирующих и часто весьма активно взаимодействующих друг с другом. Открытие радиотуманностей и радиогалактик привело нас к представлениям о быстрых изменениях в еще более крупных масштабах. Сегодня мы обсуждаем самые величественные процессы, происходящие в ядрах галактик и квазарах.

Вселенная — это быстро и глубоко изменяющийся мир, наполненный богатейшим разнообразием жизненных процессов космических тел. Я сознательно употребил слова «жизненные процессы», чтобы подчеркнуть сложность, разнообразие и вместе с тем автономность многих процессов развития, которые мы изучаем. Новые телескопы, которые уже строятся, позволят нам проникнуть в самую сущность этих процессов.

Космическая пыль в Галактике

Г. Н. СЯГАЙЛО

В ясную безлунную ночь можно увидеть на небе сияющую полосу Млечного Пути. Ширина полосы непостоянна. На ней можно выделить отдельные яркие облака, а также темные пятна. Эти темные пятна — мощные облака космической пыли, расположенные сравнительно недалеко от Солнца и поглощающие свет звезд, находящихся за ними. Лишь 1—2% массы нашей Галактики составляет пыль, но именно пыль вызывает поглощение света звезд.

Впервые вопрос о существовании межзвездной среды, поглощающей свет, был поставлен В. Я. Струве в «Этюдах звездной астрономии», изданных в 1847 г. До этого времени в течение многих десятилетий доминировало ошибочное представление о полной прозрачности межзвездного пространства. В. Я. Струве пришел к выводу о существовании межзвездного поглощения света на основании многочисленных наблюдений, произведенных В. Гершелем в конце XVIII — начале XIX в. В. Я. Струве установил видимое уменьшение пространственной звездной плотности по мере удаления от нас и объяснил его поглощением света в межзвездном пространстве.

Наличие межзвездной среды, поглощающей свет, стало общепризнанным только в 30-е годы нашего столетия. Теперь же исследование в оптических лучах какой-либо области Галактики и определение расстояний до звезд немыслимо без учета межзвездного поглощения света.

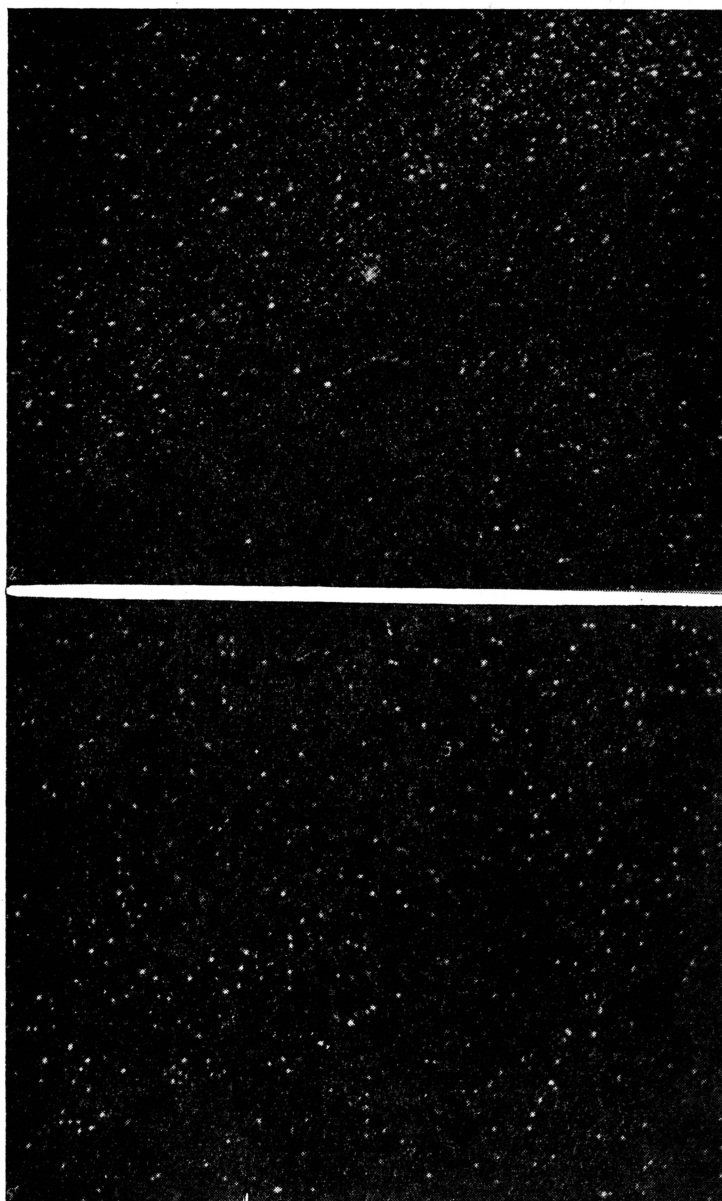
В среднем свет звезды, расположенной в плоскости Галактики на расстоянии 1 *кпс* от Солнца, ослабляется на 2^m , т. е. более чем в 6 раз. Однако поглощение, в частности на первый килопарсек, сильно изменяется. Так, в фотографических лучах значение коэффициента поглощения (поглощение на 1 *кпс*) колеблется между $0^m,5$ и $4^m,0$ для различных

направлений. Поэтому, чтобы получить истинное расстояние до звезды, нужно обязательно учитывать межзвездное поглощение света именно в направлении на эту звезду.

Легче всего определить величину межзвездного поглощения света, исследуя селективное (избирательное) поглощение, зависящее от длины волны. Еще в начале нашего столетия Г. А. Тихов, применяя новый метод фотографической фотометрии со светофильтрами, обнаружил, что межзвездная среда больше всего ослабляет голубые, синие и фиолетовые лучи (мы видим свет звезд «покрасневшим»).

Если один и тот же участок неба сфотографировать в красных и синих лучах, то на снимке, сделанном в красных лучах (и особенно в инфракрасных), мы, как правило, увидим больше звезд.

Разность звездных величин одной и той же звезды, определенных в фотографической (4400 Å) и фотовизуальной (5500 Å) областях спектра, называется показателем цвета. Каждой звезде определенного спектрального класса соответствует определенный показатель цвета, но эта зависимость нарушается из-за селективного межзвездного поглощения света. Для количественной характеристики такого явления вводится понятие избытка цвета, т. е. меры покраснения. Избыток цвета — это разность между показателем цвета,



ЭФФЕКТ СЕЛЕКТИВНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ. Две фотографии одного и того же участка неба, полученные в инфракрасных (верхняя) и синих (нижняя) лучах. В инфракрасных лучах поглощение меньше, поэтому заметно далекое шаровое скопление (в центре снимка) и много слабых звезд

полученным из наблюдений, и показателем цвета, соответствующим спектральному классу звезды. Было установлено, что общее поглощение света пропорционально избытку цвета. И если мы знаем коэффициент пропорциональности и избыток цвета звезды, то можно найти величину общего поглощения и учесть ее при определении расстояний. Заметим, что после учета межзвездно-

го поглощения света пришлось пересмотреть (в сторону уменьшения) прежние оценки размеров нашей Галактики.

Что же вызывает поглощение света звезд?

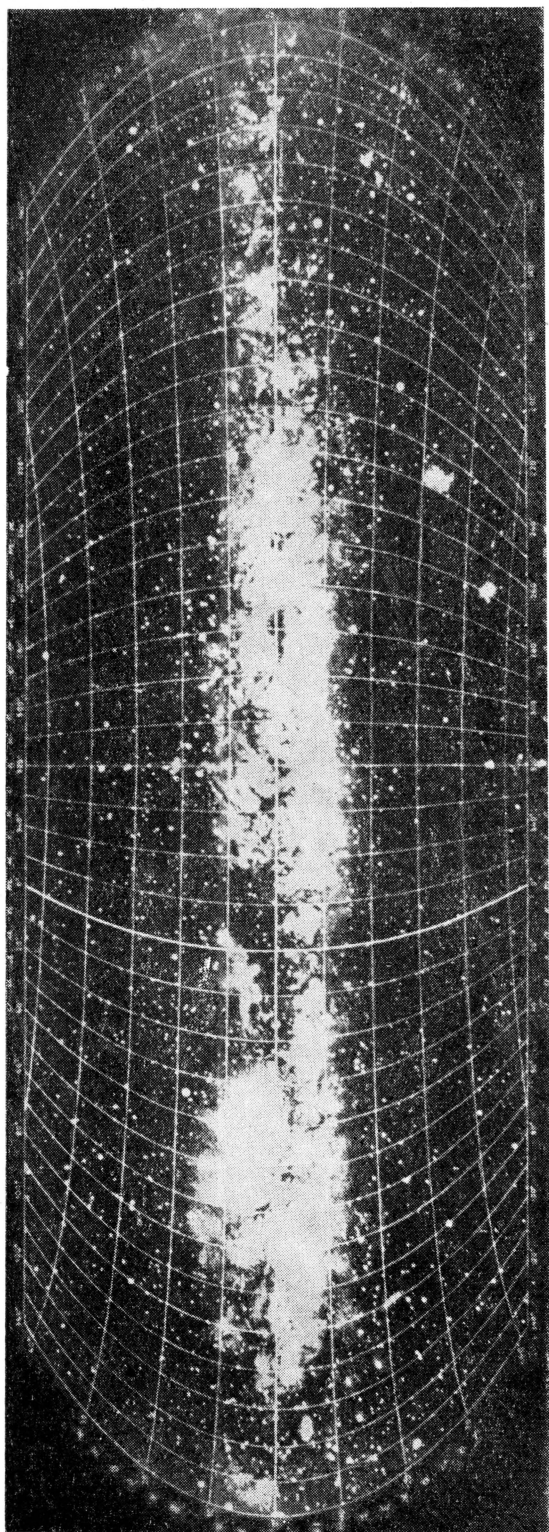
Межзвездное вещество — это смесь пыли и газа. Межзвездная пыль, масса которой не превосходит 1—2% от массы всего вещества, содержащегося в Галактике, совершенно скрывает от нас звезды или только ослаб-



СПИРАЛЬНАЯ ГАЛАКТИКА NGC 4565 в созвездии Волос Вероники, наблюдаемая с ребра. Темная полоса вдоль плоскости галактики — поглощающая материя

ляет их свет. Именно пыль вызывает поглощение света. Способность пыли поглощать свет зависит, в первую очередь, от размеров частиц. По-видимому, в межзвездном пространстве имеются пылевые частицы всевозможных размеров, но селективное поглощение света обуславливается частицами

размером порядка длины волны в видимой области спектра (10^{-5} см). Если это диэлектрические частицы, то происходит рассеяние света, а если металлические, то свет, в основном, поглощается. Частицы размером в 10^{-5} см заметнее влияют на межзвездное поглощение света, чем частицы значительно



ПАНОРАМА МЛЕЧНОГО ПУТИ. На фоне ярких звездных облаков и светлых туманностей выделяются темные туманности.
Видно разделение Млечного Пути

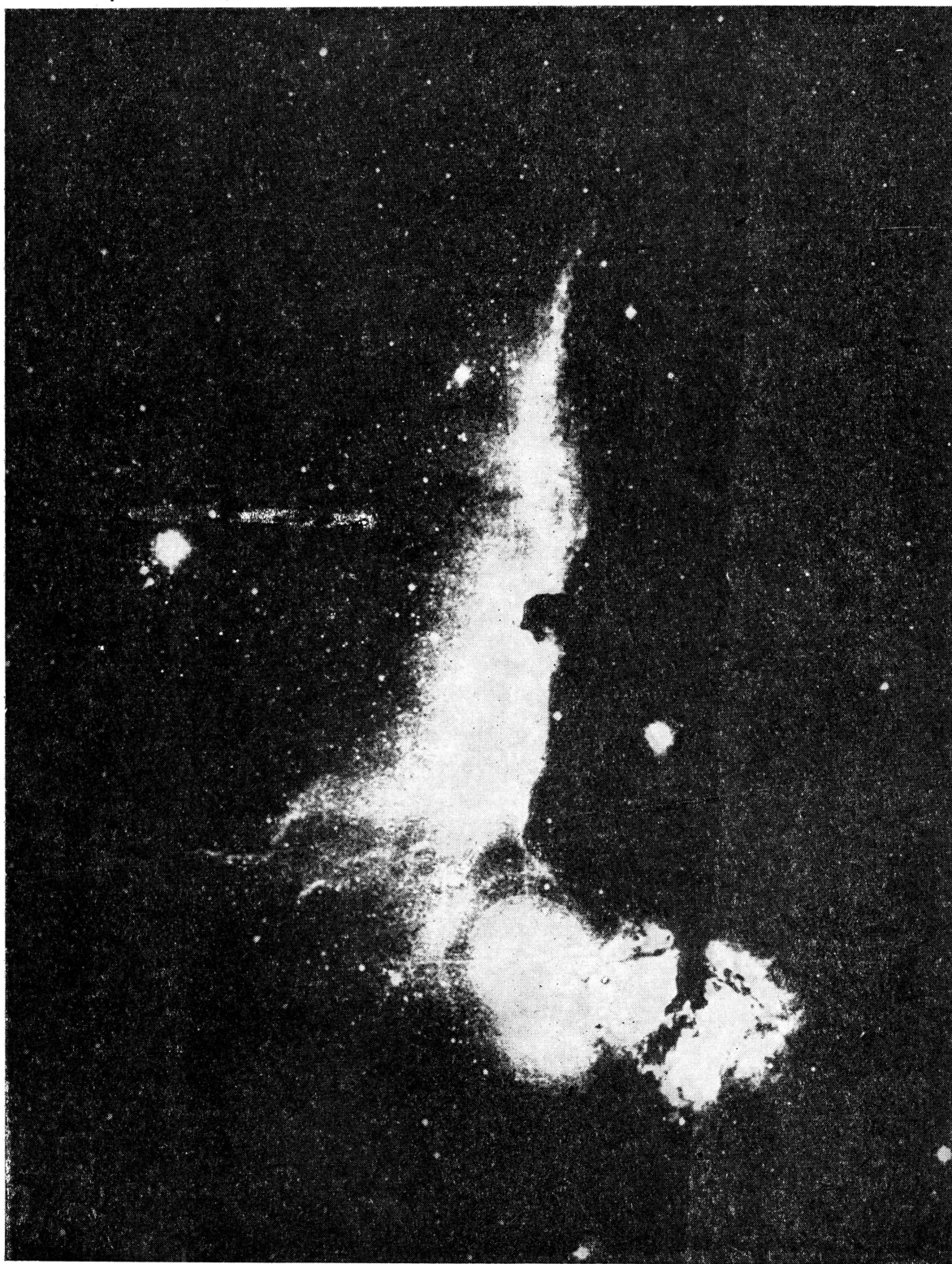
больших или меньших размеров, но по количеству и массе их преобладание не обязательно. Твердые частицы сравнительно больших размеров (10^{-1} — 10^{-2} см) вызывают только нейтральное поглощение света, не зависящее от длины волны, т. е. они просто экранируют свет.

В межзвездном пространстве, как известно, существуют магнитные поля, которые определенным образом ориентируют пылевые частицы, если форма частиц не сферическая. С ориентацией пылевых частиц связана поляризация света звезд. Исследование поляризации света позволяет предположить, что часть пылевых частиц, размеры которых порядка длины волны в видимой области спектра, действительно имеют вытянутую форму. Вероятно, частицы межзвездной пыли представляют собой нечто вроде загрязненных ледяных кристалликов.

Некоторые трудности этой классической теории межзвездного поглощения света заставляют искать иные объяснения природы пылевых частиц, поэтому существуют и разрабатываются другие теории межзвездного поглощения света. Особенно большое развитие они получили за последние 10—15 лет.

В частности, была высказана гипотеза, в которой оптические свойства космической пыли объясняются с позиций квантовой механики. Согласно этой гипотезе, поглощающие частицы имеют размеры 10^{-7} см, причем их электронные энергетические уровни не заполнены. Частицы аналогичны большим молекулам, обладающим сильными поглощающими свойствами за счет переноса электронов на более высокие незаполненные энергетические уровни. Такие частицы рассеивают свет одинаково во всех направлениях. При определенной ориентации больших осей этих частиц поляризация света будет порядка 4,5%, что довольно хорошо соответствует наблюдениям. Эта гипотеза сталкивается со следующей трудностью: наблюдаемую поляризацию частицы могут обеспечить только тогда, когда 12% из них будут ориентированы одинаковым образом, а это трудно объяснить случайными обстоятельствами роста частиц.

Как же распределена космическая пыль в нашей Галактике? Оказывается, космическая пыль сосредоточена, в основном, в узкой области (200—300 пс), расположенной по обе стороны от галактического экватора. Это подтверждается несколькими фактами. Так, Э. Хаббл обнаружил вдоль всего Млечного



ТЕМНЫЕ ТУМАННОСТИ «Конская Голова» и «Италия» в созвездии Ориона

Пути зону, в которой не наблюдаются другие галактики. Она была названа «зоной избегания». По мере удаления от нее, а следовательно и от галактического экватора, галактик наблюдается все больше и больше. Так как распределение галактик в пространстве не может зависеть от их положения относительно нашей Галактики, то отсутствие галактик в «зоне избегания» подтверждает, что в плоскости Галактики концентрируется поглощающая материя. В пользу этого говорит также и заметное покраснение звезд в области Млечного Пути. Кроме того, на фотографиях вблизи экваториальных плоскостей некоторых галактик, видимых с ребра, наблюдается узкая темная полоса космической пыли. В области Млечного Пути поглощающая материя распределена неравномерно. Например, сильное поглощение наблюдается в двух почти противоположных направлениях: в созвездиях Скорпиона и Змееносца (галактические долготы $320-360^\circ$) и в созвездиях Возничего и Тельца ($125-150^\circ$), а также в области раздвоения Млечного Пути — от созвездия Орла (315°) и до туманности «Америка» в созвездии Лебеда ($40-70^\circ$).

Многие исследователи отмечают асимметрию в распределении космической пыли относительно галактического экватора, получая большее значение поглощения к северу от галактической плоскости. Грузинский астроном Д. Хавтаси на основе составленного им каталога 800 темных туманностей выделил в окрестностях Солнца группу темных туманностей, плоскость симметрии которой наклонена к плоскости Галактики под углом 4° . Получается, что область сильного поглощения наклонена к галактическому экватору и, следовательно, распределение космической пыли не симметрично относительно галактической плоскости.

Темные туманности — сравнительно близкие скопления пыли, сильно поглощающие свет расположенных за ними звезд и выделяющиеся на фоне Млечного Пути как различные по размерам и форме области, почти или совсем лишенные звезд. Среди темных туманностей наиболее известны пылевые туманности в созвездии Ориона — «Конская Голова» и «Италия», которые начинаются на расстоянии примерно 90 пс от Солнца, а также «Угольный мешок» в созвездии Южного Креста с видимым угловым диаметром в $3'$. Туманность «Угольный мешок» находится на расстоянии $150-170 \text{ пс}$ от Солнца.

Самая большая темная туманность — это так называемая «вилка» Млечного Пути, или Великая щель. Она начинается на границе созвездий Лебеда и Орла и кончается в созвездии Центавра, простираясь примерно на 120° . В этом месте как раз и наблюдается раздвоение Млечного Пути.

Светлые туманности, несомненно, тоже содержат космическую пыль. Около такой туманности обязательно имеется яркая, но не особенно горячая звезда. Спектр этой звезды всегда полностью повторяется в спектре туманности. Светлые туманности бывают пылевые и газово-пылевые. Близкие и достаточно мощные темные и светлые туманности обуславливают неравномерную по яркости картину Млечного Пути, на которой, безусловно, сказывается и разная протяженность Галактики, и различная пространственная плотность звезд в разных направлениях.

Еще в 1937 г. В. А. Амбарцумян и Ш. Г. Горделадзе установили, что межзвездное поглощение света вызывается действием отдельных клочкообразных облаков космической пыли: межзвездное поглощение света меняется скачками, по мере того как луч света пронизывает одно, два, три или более таких облаков. Действительно, структура облаков космической пыли на больших участках галактической зоны весьма сложна. Облака располагаются иногда в несколько рядов на различных расстояниях от Солнца. В галактической плоскости, наряду с областями, в которых заметно поглощение, выделяются области, относительно свободные от влияния космической пыли. И в то же время на высоких галактических широтах отмечаются области с заметным поглощением. Подсчеты показывают, что в высоких галактических широтах рассеивающие облака межзвездной пыли расположены почти в три раза реже, чем в низких.

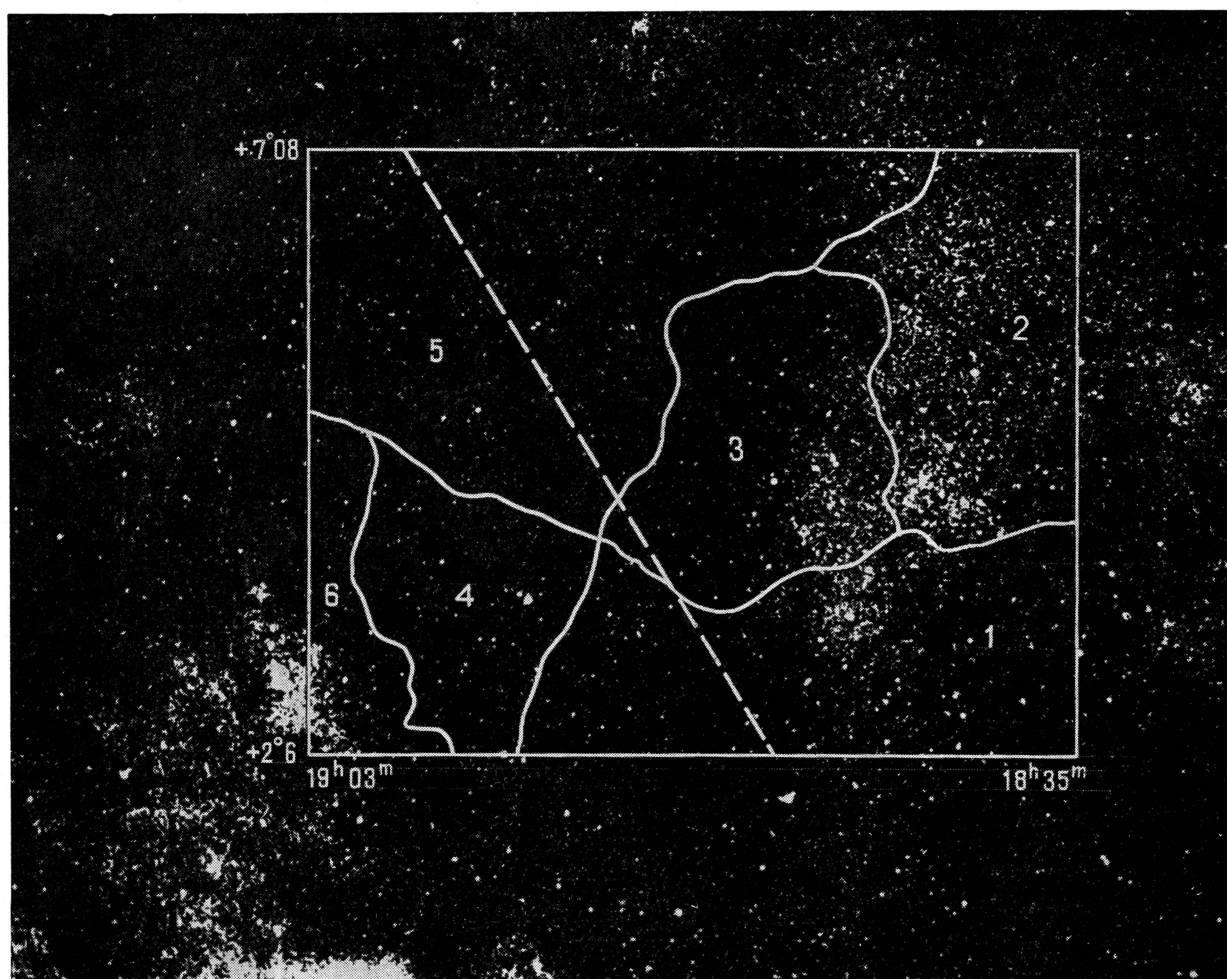
Отдельные небольшие, или «элементарные», облака объединяются в крупные системы, или комплексы, облаков. Размеры пылевых облаков весьма разнообразны. Средний диаметр облака 15 пс , но встречаются облака с диаметром от $1-2$ до 50 пс . Расстояние между облаками около 40 пс . Е. К. Харадзе оценивает полную массу темных туманностей в 10^7 солнечных масс. Эти облака и их комплексы в основном сосредоточены в спиральных рукавах Галактики. Они вытянуты вдоль рукавов, но и между рукавами также есть отдельные облака. Считается, что хотя кос-

мическая пыль и сопровождает спирали, в целом она более «размазана» в пространстве.

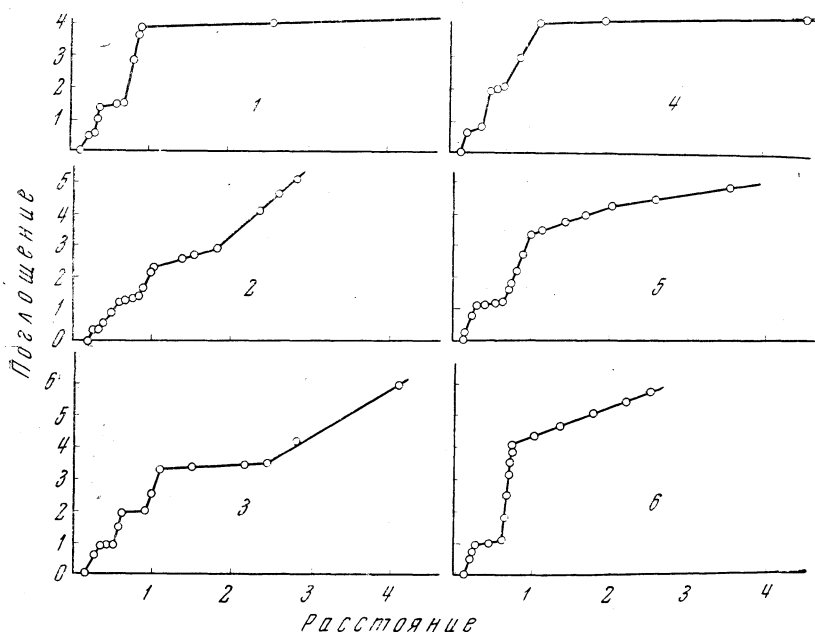
В качестве примера неравномерного распределения космической пыли в Галактике рассмотрим область созвездия Орла, расположенную в месте развилки Млечного Пути. Здесь находится одно из самых близких к нам мощных скоплений плотных пылевых туманностей, вызывающих очень сильное поглощение света.

Неоднократные исследования межзвездного поглощения света в этой области показывают, что наиболее плотные облака пыли в области

Орла сосредоточены в пределах килопарсека; начинаются они примерно со $100-150$ пс и простираются до $500-1200$ пс в различных участках области. Несколько ниже галактической плоскости наблюдаются менее плотные облака. Несмотря на мощное скопление космической пыли в этой области, здесь имеются прорывы в облаках, через которые можно наблюдать очень далекие звезды, находящиеся на расстоянии более 10 клс. В области Орла обнаружено пространственное совпадение пылевых облаков с областями высокой концентрации нейтрального водорода (1 атом в 1 см³),



ОБЛАСТЬ В СОЗВЕЗДИИ ОРЛА. Здесь расположено мощное скопление пылевых туманностей. В очерченном прямоугольнике площадью 40 квадратных градусов исследовалось поглощение света (см. рисунок на стр. 42).



ЗАВИСИМОСТЬ ПОГЛОЩЕНИЯ ОТ РАССТОЯНИЯ в шести площадках созвездия Орла (их расположение указано на рисунке, помещенном на стр. 41). Площадки 1, 3, 4, 5 находятся близ галактического экватора, а площадки 2 и 6 на галактической широте $2,5-3^\circ$. Поглощение, выраженное в фотографических звездных величинах, отложено по вертикальной оси; расстояние в килопарсеках — по горизонтальной. Заметно, что поглощение ступенчато растет с расстоянием. Наиболее прозрачна площадка 2

а с приближением к оси спиральной ветви Стрельца — возрастание концентрации пыли и концентрации нейтрального водорода.

В созвездии Орла на участке площадью около 40 квадратных градусов В. И. Воронин нашел шесть площадок, поглощение в которых примерно однородно и с расстоянием растет ступенчато. В области галактического экватора пояс наиболее близких к Солнцу облаков находится на расстоянии 110—150 пс. Начиная с галактической широты $\pm 2,5-3^\circ$, облака располагаются дальше: на расстоянии 170—200 пс. Толщина облаков от 40 до 440 пс, что соответствует поглощению (в пересчете на 1 кпс) от $3^{m,6}$ до $25^{m,4}$ (!). В площадке, относительно более прозрачной, на расстоянии в пределах килопарсека находятся менее плотные облака (плотность $1^{m,6}$ на 1 кпс), но зато дальше поглощение возрастает быстрее. Однако даже в выделенных площадках поглощение на данном расстоянии не остается постоянным.

Таким образом, чтобы представить действительную картину строения и размеров Галактики очень важно знать характер распределения космической пыли в Галактике, а также ее оптические свойства. Поэтому в настоящее время на многих советских и зарубежных обсерваториях исследуется межзвездное поглощение света и распределение космической пыли.



Указом Президиума Верховного Совета СССР от 13 января 1969 года за большие заслуги в развитии советской астрономической науки и в связи с восьмидесятилетием со дня рождения академик **Василий Григорьевич Фесенков** награжден орденом Ленина.

Василий Григорьевич Фесенков

13 января 1969 г. исполнилось 80 лет крупнейшему астроному нашего времени, председателю Комитета по метеоритам Академии наук СССР академику Василию Григорьевичу Фесенкову. Всю свою жизнь В. Г. Фесенков посвятил одной из наиболее эффективных областей астрономии — астрофизике, развитие которой в нашей стране во многом обязано его неутомимой многолетней деятельности как исследователя, организатора науки, воспитателя молодых ученых и популяризатора астрономических знаний.

Большие заслуги принадлежат В. Г. Фесенкову в исследовании планет и Луны, Солнца и солнечной короны, звезд, туманностей и межзвездной среды, зодиакального света и свечения ночного неба, космогонии, метеоритике, атмосферной оптике. Его работы отличаются глубиной и разносторонностью научного подхода.

Много времени и энергии посвятил Василий Григорьевич организации астрономии в СССР. Он участвовал в создании Астрономического совета АН СССР, ставшего теперь руководящим центром советской астрономии; в организации Российского астрофизического института (Москва) и был в течение ряда лет его директором. В годы Великой Отечественной войны Василий Григорьевич организовал Институт астрономии и физики Казахского филиала АН СССР в Алма-Ате.

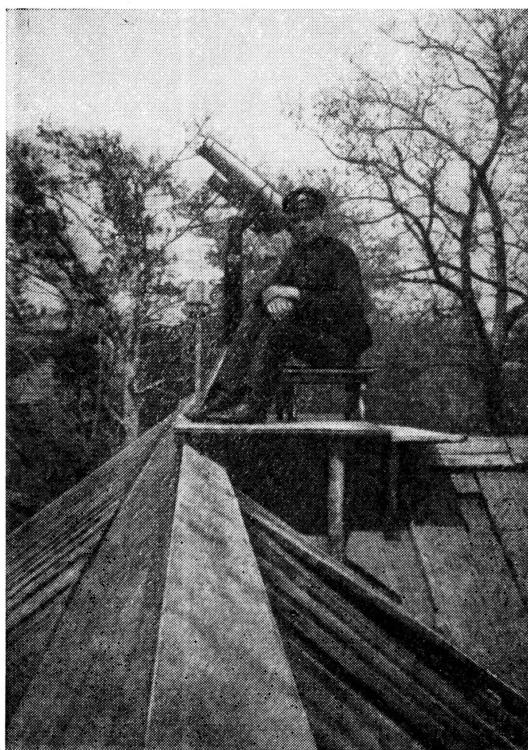
Большое внимание В. Г. Фесенков уделяет издательской деятельности. Он — один из основателей «Астрономического журнала» и его ответственный редактор в течение 42 лет (с 1923 по 1964 г.). Кроме того, он член редак-

ционных советов различных астрономических журналов и сборников.

Научная деятельность В. Г. Фесенкова никогда не ограничивается узкими рамками кабинетной работы. Многие ценнейшие наблюдательные материалы он получил во время экспедиций: в астрофизической экспедиции в Крыму (1914 г.); в астрономо-метеорологической экспедиции на Кавказе (1921 г.); в экспедиции на северный берег Черного моря для исследования атмосферной оптики, свечения ночного неба и определения цветовых температур звезд (1928 г.); в экспедициях по наблюдению солнечных затмений в Швеции (1927 г.), в Кустанайской области (1936 г.), в Алма-Ате (1941 г.). После создания Института астрономии и физики в Алма-Ате Василий Григорьевич организовал ряд экспедиций в горные районы и пустыни Средней Азии. В 1947 г. он выезжал на место падения Сихотэ-Алинского метеорита в Уссурийскую тайгу. Во время Международного геофизического года Василий Григорьевич участвовал в экспедиции в Ливийскую пустыню (ОАР) для наблюдения зодиакального света.

Василий Григорьевич разработал несколько новых астрономических инструментов: фотометры для исследования свечения ночного неба и зодиакального света, альбедометр, ореольный фотометр для определения прозрачности земной атмосферы и др.

Василий Григорьевич Фесенков родился 13 января 1889 г. в Новочеркасске. Поступив в 1907 г. на физико-математический факуль-

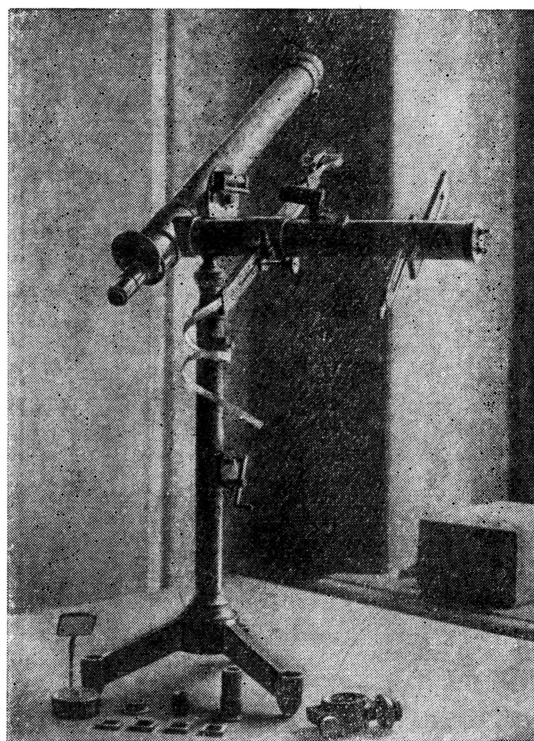


В. Г. Фесенков около самодельного телескопа (1904 г.)

тет Харьковского университета, он сразу же приступил к работе на Харьковской астрономической обсерватории. К этому времени начинающий студент уже имел некоторый опыт астрономических наблюдений, приобретенный им еще в школьные годы, когда он наблюдал небо в небольшой самодельный телескоп. Уже в 1908 г. Василий Григорьевич закончил первую научную работу «Способ определения солнечного параллакса». В студенческие годы у будущего академика складывается одно из наиболее ценных его качеств — умение совмещать теоретические исследования с наблюдениями.

После окончания университета Василий Григорьевич был оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию. В период командировки за границу он занимался в Сорбонне и работал на Парижской астрономической обсерватории. В то время преобладало классическое направление в астрономии, и Василий Григорьевич прошел на Парижской обсерватории хорошую школу

астрометрии и небесной механики. Однако не эти разделы астрономии привлекали молодого ученого. Его научные устремления были направлены к тем далеким горизонтам, которые открывались сравнительно менее развитой, но многообещающей областью астрономии — астрофизикой. Ей и посвятил Василий Григорьевич большую часть своей научной деятельности. Но разрешая разнообразные астрофизические проблемы, разрабатывая новые методы исследования, изобретая новые приборы и проводя экспедиционные исследования, он не переставал заниматься вопросами классической астрономии. Неоднократно возвращался он к методам астрометрии и небесной механики, но эти методы, как правило, играли только вспомогательную роль в его исследованиях по астрофизике, космогонии, метеоритике, звездной статистике.



Фотомер конструкции В. Г. Фесенкова. С этим фотомером В. Г. Фесенков наблюдал в 1913 г. в Приморских Альпах (Франция) зодиакальный свет. Полученный материал послужил для диссертации на степень доктора, которую В. Г. Фесенков защитил в Сорбонне 21 мая 1914 г.

Защитив в 1914 г. в Сорбонне докторскую диссертацию, Василий Григорьевич возвратился в Харьков. Здесь он продолжил работу на обсерватории и стал приват-доцентом Харьковского университета. В 1917 г. он первым в Харьковском университете начал читать курс астрофизики.

В 1920 г. Василий Григорьевич стал профессором теоретической механики Донского политехнического института в Новочеркасске и профессором астрономии Новочеркасского педагогического института. Занимаясь преподавательской деятельностью, Василий Григорьевич не оставляет и научно-исследовательскую работу.

В то время в нашей стране ощущался острый недостаток обсерваторий и астрономических инструментов. Возглавив оргкомитет Главной астрофизической обсерватории, Василий Григорьевич приступает к созданию в Москве Российского астрофизического института (1923 г.) и Кучинской обсерватории (1924 г.).

В этот период Василий Григорьевич выполнил ряд работ по космогонии, планетоведению, солнечным затмениям, свечению ночного неба, теории относительности, звездной статистике, двойным и новым звездам. Он исследовал рефракцию, вековые возмущения движения неперIODических комет ближайшими звездами, занимался вопросами внутреннего строения Земли и планет, изучал Луну, солнечную корону, атмосферы Земли и планет, разрабатывал теорию сумеречного свечения, дал первый способ исследования оптических свойств земной атмосферы сумеречным методом. Многие научные проблемы он разрешал совместно с молодыми сотрудниками и аспирантами. Так, вместе с несколькими сотрудниками, ныне ставшими известными учеными, В. Г. Фесенков на основе разработанного им метода определил постоянную прецессии с учетом масс движущихся звезд. Как и раньше, Василий Григорьевич совмещал свою научную работу с преподаванием во 2-м Московском государственном университете. С 1933 по 1948 г. он заведует кафедрой астрофизики МГУ.

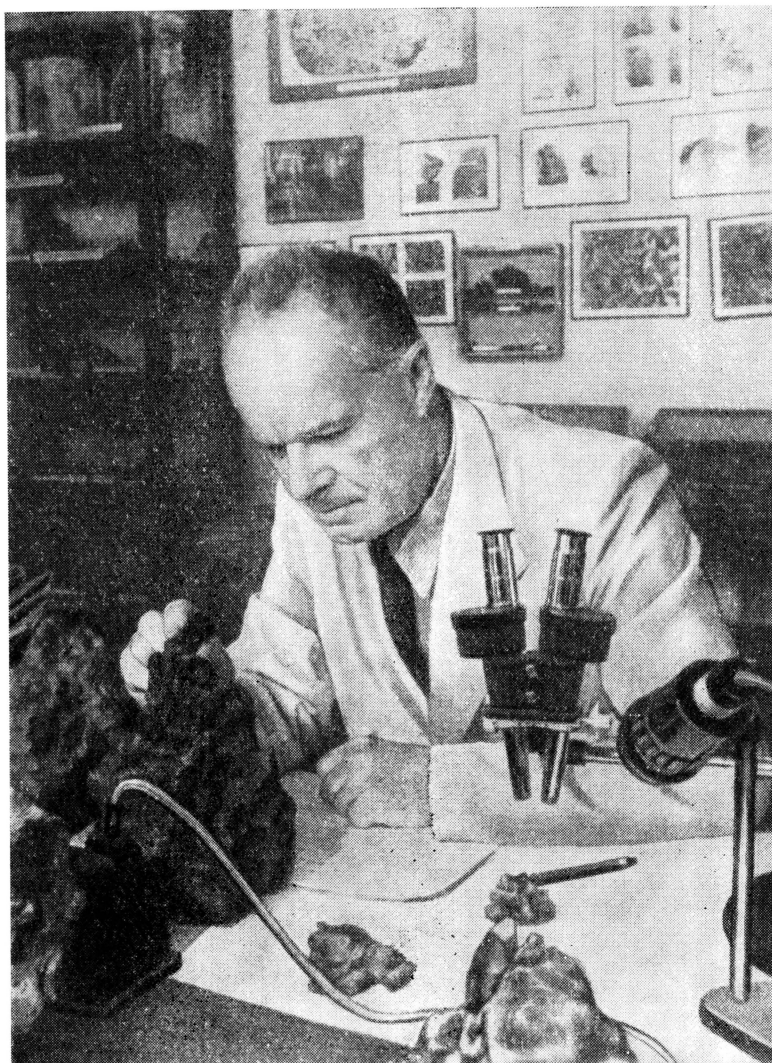
В 1927 г. Василия Григорьевича избирают членом-корреспондентом, а через восемь лет — действительным членом Академии наук СССР.

В начале Великой Отечественной войны Василий Григорьевич вместе с научными учреждениями Академии наук СССР эвакуи-



В. Г. Фесенков и Д. А. Рожковский (1950 г.)

руется в Казань, а затем в качестве уполномоченного Президиума АН СССР по Казахстану переезжает в Алма-Ату. Здесь Василий Григорьевич организует Институт астрономии и физики, астрономическую обсерваторию Каменское Плато и корональную станцию на берегу Большого алма-атинского озера. Вначале Василий Григорьевич проводил наблюдения зодиакального света, свечения ночного неба, интегрального свечения Млечного Пути с небольшими экспедиционными инструментами. Результаты этих исследований отражены в его монографии «Метеорная материя в междупланетном пространстве» (1947 г.). Когда на обсерватории появились стационарные инструменты, тематика наблюдений была расширена за счет изучения туманностей, Солнца и планет. В Казахстане Василий Григорьевич вел большую работу по подготовке национальных научных кадров.



В. Г. Фесенков в лаборатории Комитета по метеоритам АН СССР (1961 г.)

С 1945 г. Василий Григорьевич возглавляет Комитет по метеоритам Академии наук СССР.

В. Г. Фесенков всегда активно участвует в работе различных научных комиссий и организаций, координирующих астрономические исследования. Он был первым председателем Астрономического совета АН СССР, неоднократно возглавлял комиссии по наблюдению солнечных затмений, участвовал в работе комиссий по исследованию Солнца, по космогонии и др. С 1939 по 1941 г. Василий Григорьевич был заместителем академика-секретаря Физико-математического отделения Академии наук СССР.

Несмотря на огромную занятость, Василий Григорьевич всегда находит время для попу-

ляризации достижений астрономической науки. Он опубликовал множество книг, брошюр и научно-популярных статей, часто выступает с докладами и лекциями.

В 80 лет В. Г. Фесенков полон сил, бодрости и энергии. Он продолжает интенсивно и плодотворно вести научно-исследовательскую работу.

Пожелаем Василию Григорьевичу здоровья, многих лет жизни и успехов в дальнейшей работе.

Н. В. ДИВАРИ
доктор физико-математических наук

ЮБИЛЕЙ ТБИЛИССКОГО УНИВЕРСИТЕТА

21 октября 1968 г. отмечался 50-летний юбилей одного из крупнейших учебно-научных центров — Тбилисского государственного университета. В этот день в тбилисском Дворце спорта состоялось торжественное собрание, на котором присутствовали многочисленные гости, представлявшие научную общественность Москвы, Ленинграда, Киева и других городов нашей страны, а также гости из Болгарии, ГДР, Польши, Франции, США, Англии и других государств.

Еще в IV в. в Западной Грузии существовала Риторико-философская академия. На рубеже XI и XII вв. грузинский царь Давид основал две академии: в Гелати (Западная Грузия) и Икалто (Кахетия, Восточная Грузия). Здесь рождались философские трактаты и литературные произведения, сохранившие до сего времени историческую и познавательную ценность. Напоминая об этом, кандидат в члены Политбюро ЦК КПСС, первый секретарь ЦК КП Грузии В. П. Мжаванадзе в своем вступительном слове и ректор Тбилисского университета академик И. Н. Векуа в своем докладе подчеркнули, что в Грузии издревле существовали крупные очаги просвещения и что Тбилисский университет является законным преемником и продолжателем их традиций.

Вице-президент Академии наук СССР академик Н. Н. Семенов, горячо поздравив от имени Президиума Академии наук СССР многотысячный коллектив Тбилисского университета со славным юбилеем, рассказал о давних связях грузинских и русских ученых, о том, как еще до создания своего центра науки грузинская интеллигенция получала образование в России и там выращивала национальные научные кадры.

Благодаря огромному вниманию, которое постоянно уделяют обогащению и всемерному развитию научно-культурной жизни братских республик Коммунистическая партия и Советское правительство, Тбилисский университет стал одним из передовых университетов и крупным научным центром. Министр высшего и среднего специального образования СССР В. П. Елютин в выступлении на торжественном собрании указал на огромное значение Тбилисского государственного университета для всей страны.

На базе Тбилисского университета в 30-х годах возникли Политехнический, Сельскохо-

зяйственный, Медицинский, Педагогический и другие институты. Одновременно создавались научно-исследовательские институты, а в дальнейшем на этой основе, уже в 1941 г., была организована Академия наук Грузинской ССР. В состав первых 15 академиков-основателей вошли 13 профессоров Тбилисского университета. На кафедрах университета проводилась подготовка высококвалифицированных кадров и углубленная научно-исследовательская работа в области астрономии, небесной механики, геофизики, геологии, географии и других наук.

22 октября участники празднования полувекового юбилея Тбилисского университета собрались в новом великолепном 14-этажном университетском корпусе. Здесь состоялись научные заседания. На секции математических, физических, астрономических и кибернетических наук в числе других были заслушаны доклады академика АН Грузинской ССР Е. К. Харадзе «Тбилисский университет и развитие астрономии в Грузии» и профессоров М. З. Нодия и Б. В. Балавадзе «Роль Тбилисского университета в развитии геофизики». Доклад академика АН Грузинской ССР А. И. Джанелидзе «Некоторые проблемы геологии в Тбилисском университете» состоялся на секции химических, биологических и геолого-географических наук. На указанных секциях и на заседаниях секций филологических, экономических и юридических наук рассказывалось о выдающихся достижениях грузинских ученых в области математики, историко-филологических изысканий и других наук.

Празднование полувекового юбилея Тбилисского университета явилось новым ярким выражением победы ленинской национальной политики, открывшей народу все богатства науки, культуры и путь к вершинам знаний.

И. А. ХВОСТИКОВ
профессор

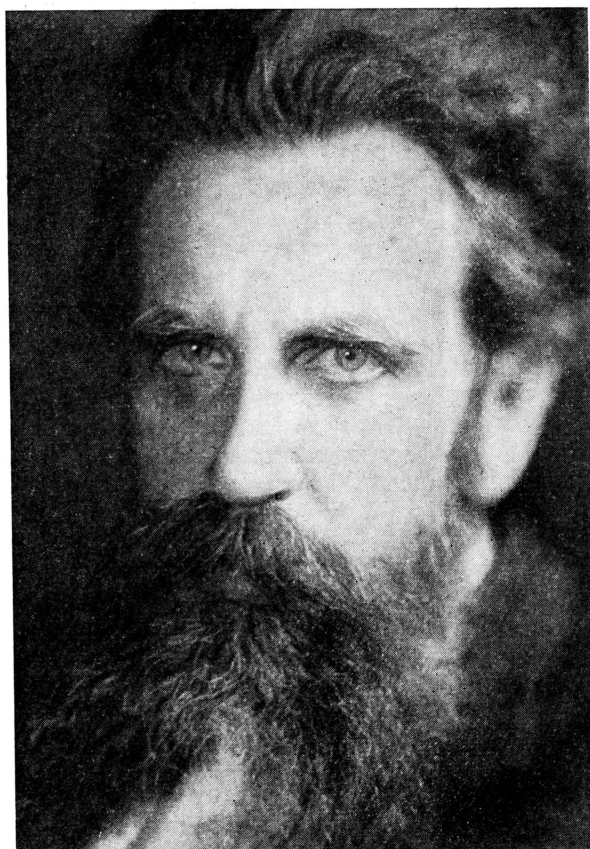
ПАМЯТИ ОТТО ЮЛЬЕВИЧА ШМИДТА

4 ноября 1968 г. состоялось торжественное открытие мемориальной доски, посвященной памяти О. Ю. Шмидта. На бронзовой пластине — полуфигура-горельеф О. Ю. Шмидта и надпись: «В этом здании работал с 1950 по 1956 г. основатель Института теоретической геофизики Академии наук СССР, выдающийся ученый, государственный и общественный деятель, Герой Советского Союза академик Отто Юльевич Шмидт». Выступившие на митинге вице-президент Академии наук СССР академик А. П. Виноградов, академик М. А. Садовский, Герой Советского Союза Е. И. Толстиков и председатель Межведомственного геофизического комитета, член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов отметили прежде всего многогранность дарования Отто Юльевича. Это был человек, который поражал масштабами своей человеческой личности. В нем объединялись столь различные стороны человеческого характера, нужные для его творческой деятельности в столь различных областях, что простой перечень его главных достижений, оставивших яркий след в советской культуре и науке, поражает тем, что все это сделано одним человеком.

С самого начала Великой Октябрьской социалистической революции О. Ю. Шмидт — член коллегий Народных комиссариатов продовольствия, финансов, просвещения, член Президиума Госплана, руководит Госиздатом.

Мы знаем и помним О. Ю. Шмидта как выдающегося ученого, активного государственного и общественного деятеля, прекрасного человека. С именем О. Ю. Шмидта связаны фундаментальные труды в области математики и геофизики, создание «Большой Советской Энциклопедии», открытие перевалов на величайших в мире ледниках Памира, водружение советского флага на островах Земли Франца Иосифа, освоение Северного морского пути, легендарная «Челюскинская эпопея», организация Первой дрейфующей станции «Северный полюс».

В 1937 г. О. Ю. Шмидт основал Институт теоретической геофизики для комплексного изучения земного шара методами физики, математики, геологии, геохимии, астрономии. Позднее институт разделился на три самостоятельных: Институт физики атмосферы, Институт прикладной геофизики и Институт физики Земли, носящий имя О. Ю. Шмидта



Академик О. Ю. Шмидт (1891—1956)

(на здании этого Института и установлена мемориальная доска).

В числе главнейших теоретических задач геофизики О. Ю. Шмидт особо выделял проблему выяснения истории возникновения Земли. Вплотную решением этой проблемы О. Ю. Шмидт занялся в 1943 г. Самым важным выводом, сделанным О. Ю. Шмидтом, был вывод о холодном начальном состоянии Земли, образовавшейся путем объединения холодных твердых частиц и тел. В настоящее время на этих представлениях основываются космогонические исследования как в нашей стране, так и за рубежом. Заслугой О. Ю. Шмидта является также методологически правильная постановка вопроса о происхождении Земли как о комплексной проблеме, лежащей на стыке многих наук. Это подтверждается современным развитием исследований по планетной космогонии.

Всех, близко знавших Отто Юльевича, всегда поражало, как смело, оригинально и глубоко ему



На митинге выступили академик А. П. Виноградов, академик М. А. Садовский, Герой Советского Союза Е. И. Толстиков, член-корреспондент АН СССР В. В. Белоусов



Мемориальная доска, посвященная памяти О. Ю. Шмидта (авторы: скульптор И. В. Маркелова, архитектор А. П. Семенов)



удавалось поставить и сформулировать труднейшие проблемы. Он всегда верил во всепобеждающую силу науки и горячо желал понять все непонятое наукой. Он обладал колоссальной эрудицией в области естествознания и общественных наук. Этого замечательного ученого и человека не страшили ни льды Арктики, ни вершины Памира, ни загадка происхождения Земли.

С. В. КОЗЛОВСКАЯ
кандидат физико-математических наук

ИЗУЧЕНИЕ ПУЛЬСАРОВ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Семейство пульсаров пополнилось новыми членами: к концу ноября 1968 г. их насчитывалось уже 21. Основные данные о пульсарах приведены в таблице.

Пульсары получают свои обозначения по названию обсерватории, где они были открыты. Так, пульсары, обозначенные СР, открыты в Кембридже («Cambridge pulsar»), JP — в обсерватории Джодрелл Бэнк (Англия), НР — в Национальной радиоастрономической обсерватории (США), НР — в Гарварде (США), АР — в Аресибо (Пуэрто-Рико), МР — в Молонго (Австралия). Цифры означают часы и минуты прямого восхождения.

Интересно, что импульсы короткопериодических пульсаров — одиночные и узкие. С увеличением периода, как правило, возрастает длительность импульса, а его структура меняется: появляются сначала два, потом три подимпульса.

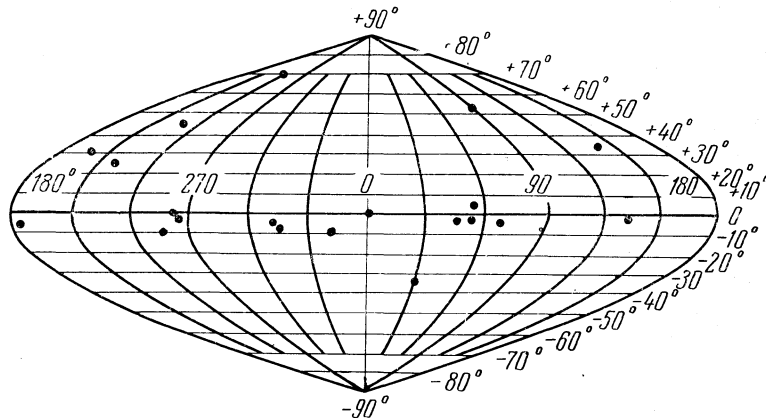
Пульсары концентрируются к плоскости Галактики: из 21 пульсара только три удалены от плоскости Галактики дальше, чем на 35° , а 13 почти точно находятся в ней. Один пульсар — PSR 1749 — расположен в направлении галактического центра. Все это свидетельствует о галактической природе пульсаров.

Мы уже рассказывали («Земля и Вселенная», № 5, 1968 г., стр. 50), что, наблюдая пульсары, можно определить число свободных электронов на луче зрения, т. е. величину $N_e l$ (N_e — средняя концентрация электронов в 1 см^3 в направлении на данный пульсар, l — расстояние в парсеках). Оказалось, что число свободных электронов на луче зрения, в среднем, растет с уменьшением галактической широты. Такого эффекта и следовало ожидать, так как концентрация электронов в диске Галактики больше, чем в ее короне. В свою очередь, в самом диске она выше в спиральных рукавах, чем между рукавами. Именно этим объясняется аномально большая величина $N_e l$ для пульсара JP 1933. Мы

смотрим на этот пульсар вдоль спирального рукава, поэтому значительную часть пути радиоволны проходят в областях с высокой концентрацией электронов. К сожалению, о величине электронной концентрации как в короне, так и в спиральных рукавах почти ничего не известно. Поэтому оценки расстояния до пульсаров, основанные на величине $N_e l$, весьма произвольны.

Для выяснения природы пульсаров важное значение имеет открытие у них второго периода. Ф. Дрейк и Х. Крафт (Аресибо), изучив расположение подимпульсов внутри 200 последовательных импульсов, обнаружили, что подимпульсы следуют друг за другом с периодом 10,6879 миллисекунды для АР 2015 и 15,5089 миллисекунды для СР 1919. Причем оказалось, что подимпульсы появляются в следующих импульсах в те же моменты, как если бы последовательность подимпульсов была непрерывной. Большие импульсы, периоды которых 0,558 секунды для АР 2015 и 1,337 секунды для СР 1919, как бы вырезают из этой последовательности несколько подимпульсов.

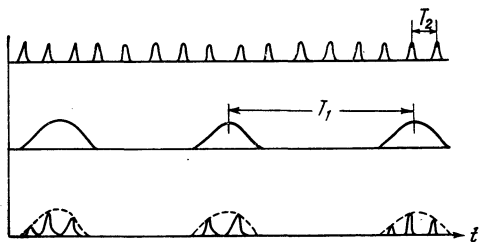
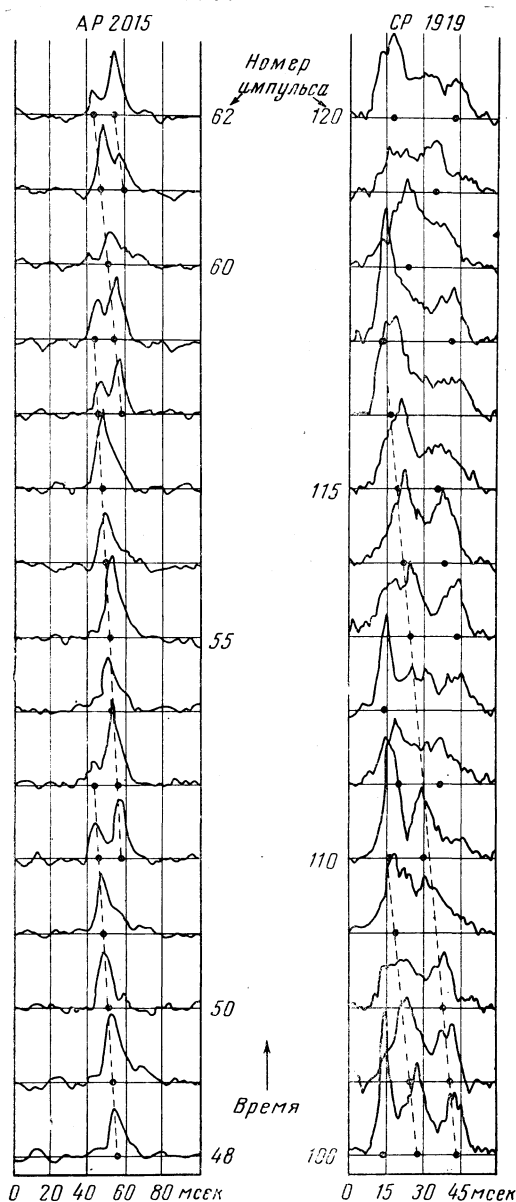
Физически генерация радиоизлучения связана именно с миллисекундным периодом, так как последний не обладает такой высокой стабильностью, как секундный период между большими импульсами. Меньшая стабильность миллисекундного периода обусловлена, по-видимому, потерями энергии на излучение радиоволн, а возможно, и потерями других видов энергии. Периодом колебаний в десятки миллисекунд должны обладать гипотетические нейтронные звезды. Отсюда возникла привлекательная гипотеза, связывающая излучение подимпульсов с радиальными колебаниями нейтронной звезды, а секундный период — с ее вращением. Если излучение возникнет в определенной области звезды в виде узкого направленного пучка радиоволн, то оно будет наблюдаться с Земли через промежуток времени, равный периоду вращения звезды. У быстро вращающейся звезды мы успеем увидеть только один подимпульс, у звезд с более медленным вращением — два, три и т. д. Зависимость формы импульса от длительности получает естественное объяснение.



Расположение пульсаров на небесной сфере

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ О ПУЛЬСАРАХ

	Пульсар	Период, сек	α_{1950}	δ_{1950}	l	b	$\bar{N}_e l$	ФОРМА ИМПУЛЬСОВ
1	NP 0536	—	05 ^h 31 ^m 36 ^s	+21° 59'	185°	-06°	53	
2	NP 0532	0,03309114		-45 37	264	-03	58	
3	PSR 0833	0,0892		+10 52 49	48	-04	50	
4	MP1929	0,227		-68	314	-08	8	
5	MP1451	0,248					—	
6	CP 0950	0,25306504	09 50 29	+08 10 40	230	+44	3,2	
7	JP 1933	0,35876	19 33 10	+16 06	52	-02	143	
8	MP0736	0,375	07 36 51	-40	254	-09	100	
9	AP 0823	0,53062	08 23 52	+26 48	199	+32	9,9	
10	AP 2015	0,5580	20 15 45	+28 31	69	-04	13,7	
11	PSR 1749	0,5626451	17 49 48,8	-28 05 57	01	-01	50,88	
12	CP 0328	0,714518563	03 28 52	+54 23	145	-01	26,75	
13	HP 1506	0,739677626	15 07 50	+55 41	90	+53	19	
14	MP0835	0,765	08 35 34	-40	260	0	120	
15	MP1426	0,788	14 26 35	-66	313	-5	60	
16	MP1727	0,835	17 27 50	-50	341	-9	140	
17	CP 1133	1,18791102	11 33 36	+16 08 00	240	+70	6	
18	CP 0834	1,27376324	08 34 07	+06 18 00	220	+26	12	
19	CP 0808	1,292241266	08 08 50	+74 42	140	+34	5,77	
20	CP 1919	1,33730114	19 19 37	+21 47 08	56	+04	12,55	
21	PSR 2045	1,9616633	20 45 47,6	-16 27 50	30	-33	11,40	 25 мсек



15 последовательных импульсов пульсаров AP 2015 и CP 1919 (вверху). Точками отмечены моменты максимумов подимпульсов. В каждом следующем импульсе AP 2015 подимпульсы появляются на 2 мсек раньше; расстояние между ними равно 10,7 мсек. Это означает, что подимпульсы следуют непрерывно с периодом $T_2 = 10,7$ мсек (см. нижний рисунок). Между импульсами находится 52 подимпульса, которые мы не видим, $0,0107 \times 52 = 0,556$ сек. Период импульсов пульсара AP 2015 равен 0,558 сек, таким образом, подимпульсы в следующем импульсе появятся на 2 мсек раньше. У пульсара CP 1919 наблюдаются аналогичные явления, которые, однако, трудно заметить из-за сильной переменности этого пульсара

Согласно теории, нейтронные звезды могут образовываться в результате вспышки сверхновой I типа*. Сброшенная сверхновой звездой оболочка, содержащая магнитное поле и частицы высокой энергии, наблюдается как туманность, излучающая мощный поток радиоволн. Американский ученый Л. Вольтер предложил искать пульсары именно в таких туманностях. И действительно, австралийские ученые обнаружили пульсар PSR 0833 в протяженном радиоисточнике Парус X — остатке вспышки сверхновой. Вскоре после этого сотрудники Национальной радиоастрономической обсерватории (США) О. Стэйлин и Е. Рейфиллен открыли два пульсара NP 0532 и NP 0536 в хорошо известной Крабовидной туманности — также остатке сверхновой. Интересно, что периоды пульсаров, обнаруженных в Крабовидной туманности и Парусе, самые короткие — всего десятки миллисекунд. Период пульсара NP 0532 в Крабовидной туманности увеличивается на 38 наносекунд в сутки (1 наносекунда = 10^{-9} секунды).

В. А. СОГЛАСНОВ

* См. «Земля и Вселенная», № 5, 1968 г., стр. 31.

ЕЩЕ ОДИН АСТЕРОИД ВЕЛИЗИ ЗЕМЛИ

Всего три астероида заходят внутрь земной орбиты: Торо, Географ и Икар. Год назад Икар прошел очень близко от Земли (на расстоянии всего 6,36 млн. км). В 1969 г. мимо Земли, правда, немного дальше, чем Икар, пройдет Географ.

Этот астероид тоже невелик: его поперечник примерно 3,24 км. Географ был открыт 14 сентября 1951 г. А. Вильсоном и Р. Минковским на обсерватории Паломар.

Географ движется вокруг Солнца по слегка вытянутой орбите ($e = 0,335$), совершая полный оборот за 507 дней. Плоскость его орбиты незначительно наклонена к плоскости эклиптики ($i = 13^\circ 20'$).

Бельгийский астроном Я. Миус на основании эфемерид, публикуемых С. Герриком, П. Томсоном и П. Тиффани (США), рассмотрел условия движения астероида относительно Земли в 1969 г.

8 января астероид находился в оппозиции по отношению к Солнцу. Его расстояние от Земли было 0,60 а. е. Географ можно было наблюдать в созвездии Рыси как очень слабую звезду (около $+16^m$). Затем расстояние астероида от Земли увеличивалось и в середине апреля составляло

примерно 0,77 а. е. Потом оно стало уменьшаться.

Астероид перемещается к югу через созвездия Возничего, Близицево и Гидры. 8 июня он пересечет небесный экватор, а 23 августа достигнет максимального отрицательного склонения $-55^\circ 22'$ (в созвездии Центавра). Затем, быстро двигаясь к северу, астероид снова пересечет экватор 15 сентября.

26 августа 1969 г. Географ будет находиться на минимальном расстоянии от Земли, равном 0,061 а. е. (9,2 млн. км). В это время его блеск будет около

$+12^m$, но из-за большого отрицательного склонения (-50°) астероид будет недоступен большинству наблюдателей северного полушария.

Взаимное расположение орбит Географа и Земли таково, что расстояние до астероида в период сближения изменяется медленно. В течение 21-го дня его будет отделять от нас меньше 0,1 а. е. Икар, хотя и прошел ближе от Земли, на расстоянии меньше 0,1 а. е. находился всего 10,5 дня.

«Sky and Telescope», 36, 4, 1968.



«КРУГИ» ДЖ. РОУЗА

Американский геохимик Дж. Роуз обратил внимание на любопытный факт: многие зоны глубоких землетрясений на земном шаре, так называемые зоны Бенюфа, расположены почти под одинаковым углом в 60° к поверхности Земли. Дж. Роуз пытается объяснить это удивительное явление.

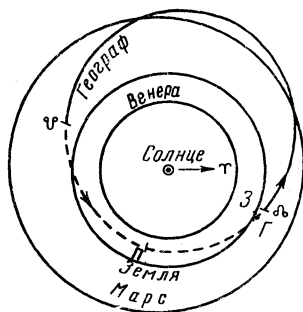
Если расщепить земной шар воображаемой плоскостью так, чтобы эта плоскость касалась внешнего слоя земного ядра и обязательно проходила через конкретную сейсмически активную зону, то на круге пересечения окажется и другая активная вулканическая или сейсмическая зона, симметричная первоначальной. Например, плоскость, проведенная по касательной к земному ядру и пересекающая зону землетрясений в Чили, пройдет через сей-

смически активные районы Турции. Гипотетические круги Дж. Роуза охватывают 90% зон сейсмической активности.

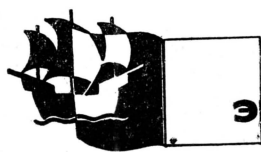
Согласно гипотезе Дж. Роуза и профессора геохимии Р. Биска, горные хребты на суше, подводные океанические хребты и островные дуги следуют окружностям, плоскость которых касается в своем центре ядра Земли.

Профессор Р. Биск считает, что местные искажения симметрии не имеют решающего значения для теории Дж. Роуза. Даже если Дж. Роуз не совсем прав в своем предположении, остается несомненным, что открытые им плоскости являются касательными к ядру и значительное число наблюдаемых эффектов совпадает именно с ними.

«Science News», 93, 13, 1968.

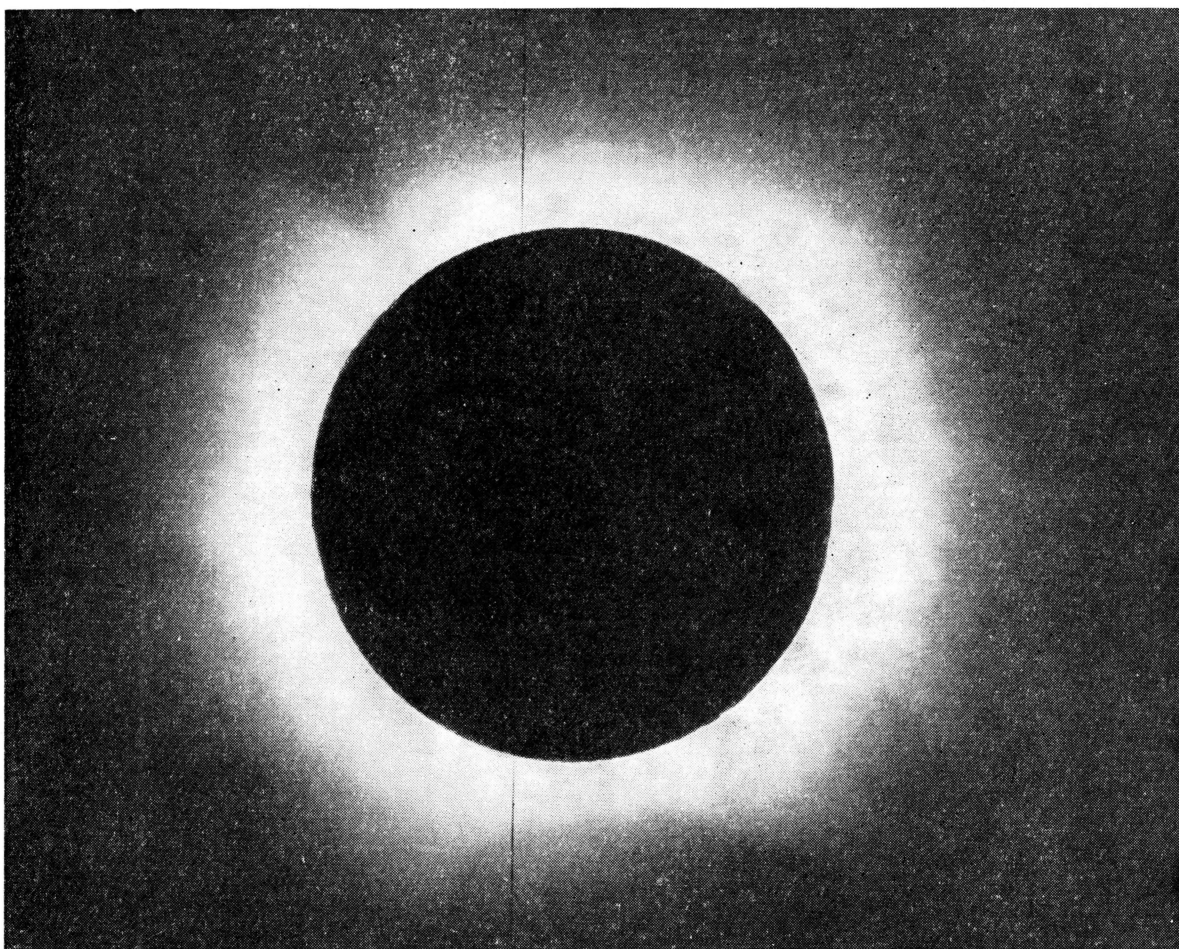


ОРБИТА АСТЕРОИДА ГЕОГРАФ. Пунктиром показана часть орбиты, которая лежит южнее эклиптики. П — перигелий орбиты астероида; З и Г — положения Земли и Географа 26 августа 1969 г.



экспедиции

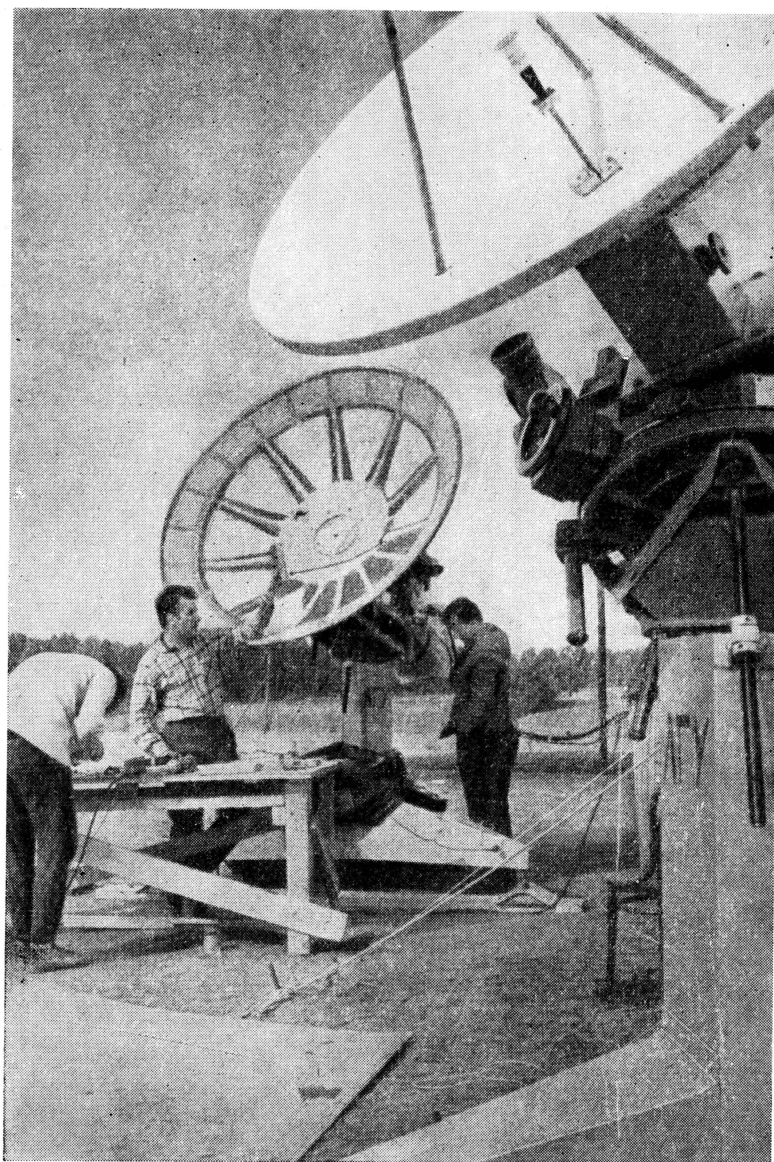
Полное солнечное затмение 22 сентября 1968 года



Фотография солнечной короны, полученная сотрудниками Астрономической обсерватории Киевского государственного университета Г. А. Рубо и Н. И. Дзюбенко (север — вверху; вертикальная линия — нить, натягиваемая перед фотопластинкой для ориентации снимка)

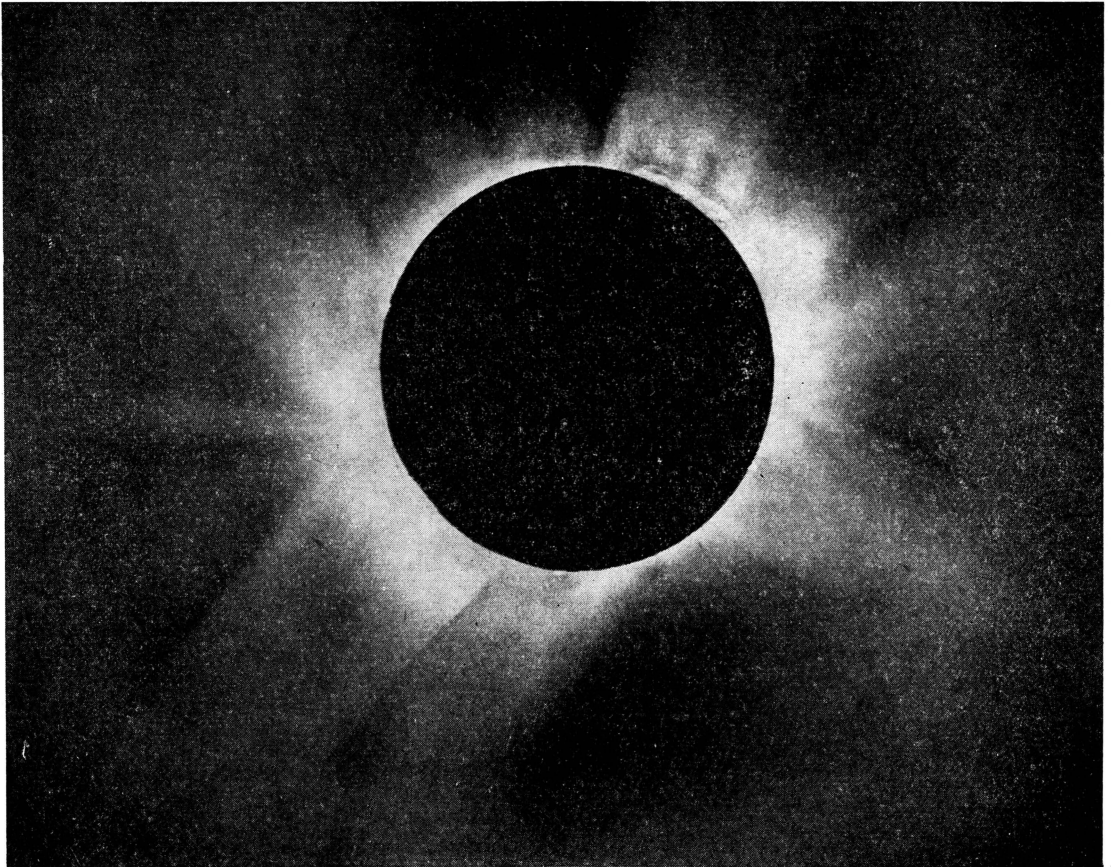
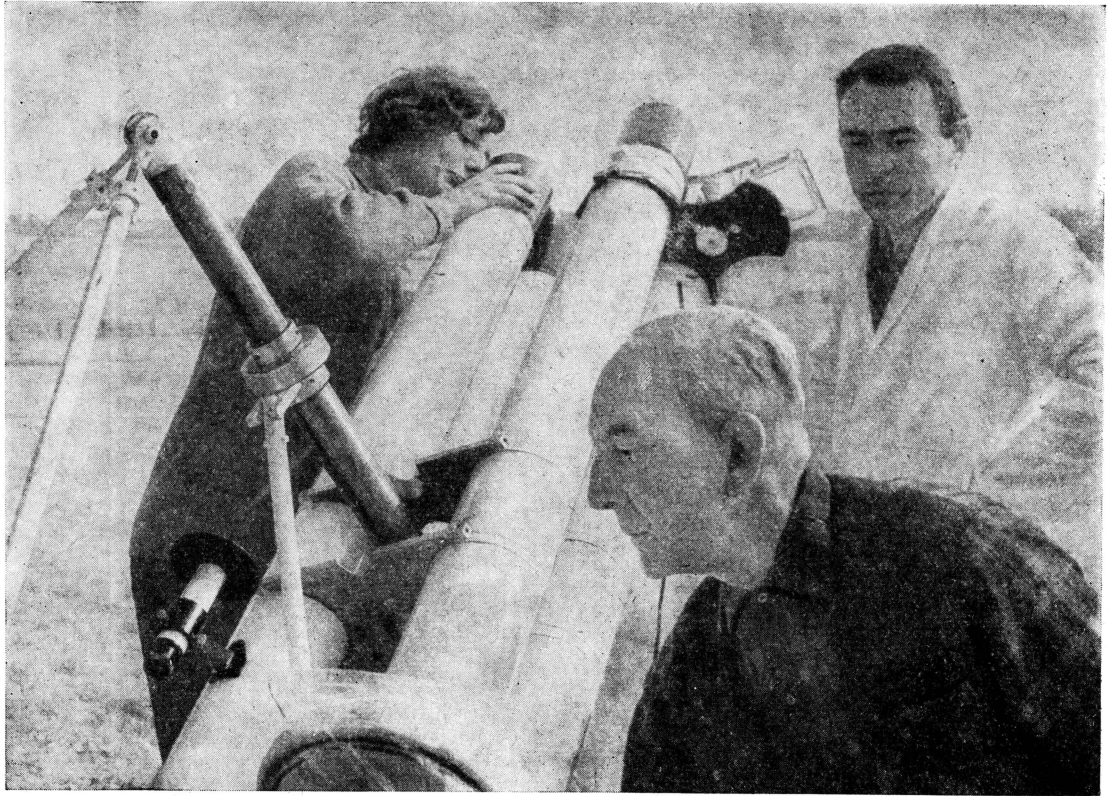
На опушке живописной березовой рощи, в 10 км от поселка Юргамыш Курганской области, расположен пионерский лагерь «Орленок». В середине сентября прошлого года сюда приехали наблюдать солнечное затмение ученые из разных стран, в том числе такие известные исследователи Солнца, как М. Вальдмайер, В. Арнквист, В. Боуквист, Я. Хаутгаст и другие. Здесь же собрались многочисленные советские и зарубежные корреспонденты газет, радио и телевидения.

Юргамыш не случайно был выбран местом работы экспедиций по наблюдению солнечного затмения. Согласно расчетам обстоятельств затмения, выполненным академиком А. А. Михайловым и В. С. Лазаревским, наибольшая продолжительность полной фазы (42 секунды) и наибольшая высота Солнца над горизонтом (18°) были в Курганской области. Несмотря на кратковременность полной фазы и низкое положение Солнца, это затмение (поскольку оно пришлось на год ак-



Астрономы Физического института Ленинградского университета готовят радиотелескопы к наблюдению затмения

Фото Б. Клипиницера и С. Юдина
(Фотохроника ТАСС)



Участники экспедиции Парижского астрофизического института (слева направо): М.-Л. Бюрнишон, М. Ляфинер и С. Кучми у телескопа, на котором с радиальными фильтрами переменной плотности фотографировали корону. Один из снимков солнечной короны, полученный французскими астрономами, помещен внизу

тивного Солнца) привлекло внимание многих исследователей и превратилось в международное научное мероприятие. Астрономам разных стран надолго запомнятся дружеское общение, взаимопонимание и научная солидарность, царившие в Юргамыше. Я помню, что также много зарубежных ученых прибыло в нашу страну для наблюдения солнечного затмения 19 июня 1936 г.

Задолго до затмения в Астрономическом совете АН СССР была создана специальная комиссия по организации и проведению наблюдений солнечного затмения. Большинство советских и зарубежных экспедиций было решено направить в Курганскую область. Здесь должны были работать советские астрономы из Москвы, Ленинграда, Киева, Свердловска, Абастумани, Рязани, а также экспедиции французских, итальянских, английских, американских и швейцарских астрономов. Все эти экспедиции вошли в состав Объединенной экспедиции, которую возглавил М. Н. Гневышев. Нужно было удобно разместить и обеспечить всем необходимым около 100 участников экспедиции. А необходимо было многое: стабильная электроэнергия, строительные материалы, транспорт, связь, питание и даже медицинская помощь. Но благодаря неустанным заботам гостеприимных хозяев и, в частности, заместителя председателя Курганского Облисполкома Н. П. Кругликова, ученые не испытывали никаких затруднений.

Первой в Юргамыш прибыла экспедиция Астрономической обсерватории Уральского университета, которой руководил Ф. Г. Рожавский. Участники этой экспедиции подготовили лагерь к приему ученых, заблаговременно установили и отъюстировали свои приборы, а позднее помогали разместиться и другим экспедициям.

22 сентября все приборы, установленные на берегу Юргамыша, следили за Солнцем. Вблизи наблюдательной площадки находился самолет, который в случае плохой погоды

мог поднять в воздух 12 наблюдателей с необходимыми инструментами. Но самолет не понадобился: погода в день затмения была ясной, и все экспедиции выполнили свои программы полностью.

Сейчас пока рано говорить о результатах наблюдений солнечного затмения, так как полученные материалы еще обрабатываются. Мы сможем познакомить читателей лишь с наиболее интересными наблюдениями, проведенными во время затмения участниками Объединенной экспедиции.

Высококачественные снимки хромосферы, внутренней и внешней короны получили сотрудники Астрономической обсерватории Киевского университета Г. А. Рубо и Н. И. Дзюбенко. Они фотографировали корону на коронографе с фокусным расстоянием 10 м. Снимки короны были сделаны и с меньшими инструментами участниками экспедиции ИЗМИРАНа*, Рязанского отделения ВАГО, сотрудниками Абастуманской астрофизической обсерватории.

Очень интересные снимки короны сделаны экспедицией Парижского астрофизического института. На фотографии, полученной с радиальными фильтрами переменной плотности, видны тонкие детали во внутренней и внешней короне.

Экспедиция Римской астрофизической обсерватории исследовала потемнение к краю солнечного диска. Из таких наблюдений удастся определить температуру фотосферы на малых оптических глубинах. Потемнение регистрировалось на длинах волн 3830, 4030, 4930, 6200, 7700 Å и в линии водорода H_α (6563 Å). Наблюдения велись как во время полной фазы затмения, так и во время частных фаз. Потемнение к краю измерялось и на длине волны 12,5 мк сотрудниками Парижского астрофизического института.

Наблюдения поляризации короны проводили экспедиции ИЗМИРАНа, Гарвардского университета (США), Университета в Киле (Англия).

В инфракрасном диапазоне длин волн корону исследовали участники экспедиции физического отдела Университета в Нью-Мехико (США), которую возглавлял доктор А. Петерсон. Они выполнили сканирование короны до расстояния в 10 радиусов Солнца на длинах волн 1,6; 2,2; 3,5; 3,7; 9,1 и 9,8 мк.

* См. «Земля и Вселенная», № 1, 1969 г., стр. 68.



Руководитель экспедиции Парижского астрофизического института профессор М. Ляфинер (слева), участник экспедиции Римской астрофизической обсерватории доктор де Биаз (в центре) и руководитель этой экспедиции профессор М. Чимино около 30-сантиметрового рефлектора, которым регистрировалось потемнение солнечного диска к краю

Фото Б. Клиливицера и С. Юдина
(Фотохроника ТАСС)

Это исследование может дать сведения о переходе короны в межпланетную среду.

Экспедиция Физического института Ленинградского университета (руководитель профессор А. П. Молчанов) наблюдала радиоизлучение Солнца на длинах волн 3,4 и 10,2 см, измеряла радиодиаметр Солнца, распределение яркостной температуры по диску Солнца, исследовала характеристики локальных источников радиоизлучения.

Уже много лет занимается исследованием структуры и распределения яркости короны в течение 11-летнего цикла доктор М. Вальдмайер (Швейцария). Затмение 22 сентября 1968 г. было двенадцатым затмением, которое наблюдал Вальдмайер. Он уже получил снимки короны в минимуме пятен и в промежуточных фазах 11-летнего цикла. И вот, наконец, ему удалось сфотографировать корону в максимуме солнечной активности.

Но не только астрономы проводили наблюдения во время затмения. В самом поселке

Юргамыш сотрудники Новосибирского биологического института Сибирского отделения АН СССР следили за поведением различных животных во время затмения.

Помимо экспедиций в Юргамыше, солнечное затмение наблюдали: экспедиция Астрономической обсерватории Уральского университета (вблизи станции Талица Свердловской области); экспедиция Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга (в Сарышагане, на берегу Балхаша); экспедиция Астрофизического института КазССР (на станции Есиль Кустанайской области) и другие.

Наблюдения солнечного затмения 22 сентября оказались успешными, и, вероятно, очень скоро появятся публикации, содержащие результаты обработки полученных материалов.

М. Н. ГНЕВЫШЕВ
кандидат физико-математических наук



КИСЛОРОД НА МАРСЕ?

Вопрос о том, есть ли в атмосфере Марса кислород, имеет особое значение. Как известно, почти весь земной кислород выделяют в атмосферу растения, поэтому обнаружение кислорода на Марсе недвусмысленно указывало бы на то, что фотосинтез осуществляется и на этой планете. Правда, по мнению некоторых астробиологов, вполне могут быть фотосинтезирующие растения, которые не выделяют кислород в атмосферу. Однако, если отсутствие кислорода в атмосфере планеты с астробиологической точки зрения еще ничего не означает, то открытие его действительно будет веским доводом в пользу гипотезы о жизни на Марсе.

Первые сообщения об обнаружении молекулярного кислорода в атмосфере Марса (Ф. Верн. 1909 г.; У. Адамс и Ч. Сент-Джон. 1926 г.) оказались ошибочными. В дальнейшем удалось установить верхний предел содержания молекулярного кислорода в атмосфере планеты. Поскольку в атмосфере Марса не было замечено никаких полос поглощения кислорода, его содержание оценивалось исходя из чувствительности аппаратуры. Согласно исследованиям, выполненным в 1952 г. Т. Данхемом, приведенная толщина слоя молекулярного кислорода (т. е. толщина того слоя, в который можно собрать весь содержащийся на Марсе кислород) при давлении 1 атм не превышает 200 см. В 1964 г. Л. Каплан, Г. Мюнч и Х. Спинрад снизили эту величину до 70 см.

Первое, и по-видимому, определенное указание на то, что кислород на Марсе действительно есть, появилось совсем недавно. В ночи с 18 на 19 и с 19 на 20 января 1967 г. М. Белтон и Д. Хантен с помощью солнечного телескопа обсерватории Кит-Пик получили четыре спектра Марса («Astrophysical Journal», 153, 3, ч. 1, 1968). При сравнении их со спектром Солнца, сфотографированным, когда Солнце было на той же угловой высоте что и Марс, во всех спектрах обнаружены две четкие линии поглощения

молекулярного кислорода. Длины волн этих линий — около 7634,74 и 7635,78 Å, в то время как ожидалось, что длины волн поглощения молекулярного кислорода должны составлять 7634,75 и 7635,88 Å.

Интенсивность этих линий поглощения значительно превышает предел чувствительности применявшейся аппаратуры. В этой области спектра нет полос поглощения каких-либо других молекул, присутствие которых можно допустить в атмосфере Марса. Очень незначительное различие ожидаемых (лабораторных) и измеренных в спектре Марса длин волн этих линий, вероятно, объясняется тем, что лабораторные спектры были получены при существенно ином давлении, и это могло повлиять на относительное положение линий.

Итак, есть, по-видимому, веские основания считать, что эти линии принадлежат молекулярному кислороду. Тогда приведенная толщина слоя молекулярного кислорода в атмосфере Марса должна равняться 20 см, т. е. в марсианской атмосфере содержится примерно 0,3% кислорода. Полное количество кислорода в атмосфере этой планеты составляет $4 \cdot 10^{16}$ г.* Эта величина в 1000 раз больше того количества молекулярного кислорода, который может накапливаться в верхней атмосфере Марса в результате фотохимического разложения углекислого газа. Следовательно, кислород на Марсе распределен по всей атмосфере и должен иметь биогенное происхождение.

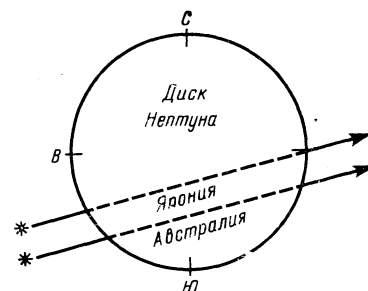
К. А. ЛЮБАРСКИЙ
кандидат физико-математических наук

ДИАМЕТР НЕПТУНА

7 апреля 1968 г. произошло довольно редкое астрономическое явление — покрытие Нептуном слабой звезды (7,8-й звездной величины) в созвездии Весов. Планета находилась в этот момент на расстоянии 2,7 млрд. км от Земли.

На пяти обсерваториях Японии, Австралии и Новой Зелан-

* В 1962 г. К. А. Любарский в своей книге «Очерки по астробиологии» (Изд-во АН СССР), исходя из астробиологических соображений, предсказал, что в атмосфере Марса должно содержаться $n \cdot 10^{16}$ г кислорода. (Ред.)



ПУТЬ ЗВЕЗДЫ относительно диска Нептуна 7 апреля 1968 г. Для наблюдателей в Японии звезда находилась за диском планеты 45 минут, а для наблюдателей в Австралии — 40 минут

дии удалось провести фотоэлектрическую регистрацию исчезновения и появления звезды. Для разных наблюдателей звезда пребывала за диском планеты от 40 до 45 минут. Сотрудник Гринвичской обсерватории Ж. Тейлор на основе этих наблюдений определил угловой и линейный поперечники Нептуна.

Процесс исчезновения и появления звезды из-за диска планеты продолжался некоторое время, поэтому длительность нахождения звезды за диском Нептуна можно определить тремя способами: от первого заметного ослабления света до полного его восстановления, от момента ослабления блеска звезды наполовину до такой же яркости при появлении, и от полного погасания до первого проблеска на другой стороне диска. Этим трем вариантам соответствуют такие угловые размеры Нептуна: 2",32; 2",30 и 2",25 (для среднего расстояния планеты от Солнца) и линейные диаметры 50 500, 50 100 и 49 000 км.

Полученный поперечник Нептуна на 5% меньше поперечника, найденного в 1900 г. Е. Барнардом с помощью нитяного микрометра, и на 10% больше поперечника, измеренного в 1953 г. на гелиометре Г. Камишелем. Если диаметр Нептуна 50 000 км, то его плотность окажется равной 1,58 г/см³. Конечно, все полученные величины содержат искажения, вызванные атмосферой планеты, и для их уточнения необходимо знать поглощение и преломление света в атмосфере Нептуна.

«Sky and Telescope», 36, 4, 1968.

«Черномор» —



Пять экипажей советских ученых-океанологов, сменяя друг друга, жили и работали летом 1968 г. на глубине 15 м в подводной лаборатории «Черномор».

Через полгода, в январе 1969 г., участники эксперимента «Черномор» собрались в Москве, чтобы обсудить основные результаты интересной экспериментальной работы. Заседания симпозиума происходили в конференц-зале Института океанологии имени П. П. Ширшова Академии наук СССР. Выступавшие отмечали перспективность этого направления океанологических исследований и обсуждали возможные пути развития дальнейшей работы с помощью подводных лабораторий.

Авторы публикуемых ниже статей — участники подводного эксперимента 1968 г.

Уже несколько лет люди с неизменным и все возрастающим интересом встречают известия о новых и новых экспериментах под водой. И это не удивительно — море издавна занимает особое место в сознании людей.

Сегодня достижения техники дали возможность человеку не только скользить по поверхности океана, но и войти под воду хозяином, изучать новый мир, брать то, что полезно человеку. И как везде, ученые первые прокладывают путь в морские глубины.

Интерес руководителей и сотрудников Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР к проблеме жизни под водой естествен: кому, как не океанологам, быть пионерами нового способа исследования морских глубин? Сейчас они активно изучают сложную жизнедеятельность океана, а в будущем станут ею управлять.

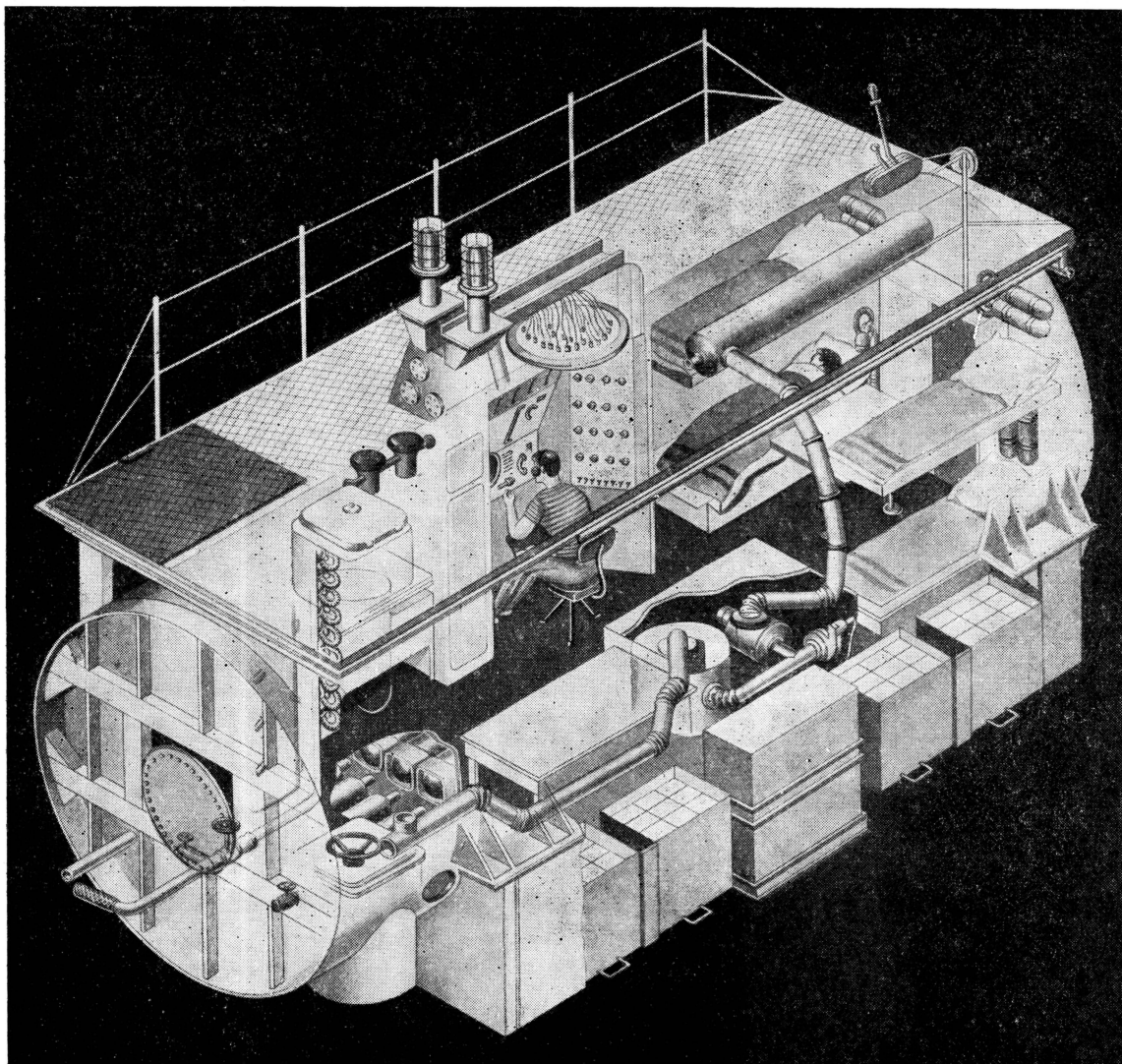
Но ни одну научную проблему невозможно решить без технической базы. Тем более без нее невозможно провести подводные работы. Первоочередной задачей инженеров было создание устройств, достаточно надежных для жизни и удобных для работы под водой*. Поэтому Институт океанологии занялся созданием подводной обитаемой лаборатории.

Мы начали работу над проектом лаборатории осенью 1966 г., «Черномором» ее окрестили позднее.

Каков должен быть «Черномор»? Из специальной литературы известно, сколько трудностей было и у американских, и у советских исследователей с установкой лаборатории на дне. И поэтому «Черномор» должен был погружаться на рабочее место и всплывать самостоятельно, без какой-либо помощи с поверхности. Много было хлопот у наших предшественников и с декомпрессией экипажа после окончания работ: даже с глубины 10—15 м надо подниматься несколько часов, если до этого пробыл под водой много суток! Было решено также, что экипаж «Черномо-

* См. П. А. Боровиков, В. П. Бровко, П. А. Каплин, Человек проникает в морские глубины. «Земля и Вселенная», № 4, 1968 г., стр. 33.

подводная лаборатория



ОСНОВА «ЧЕРНОМОРА» — ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ КОРПУС диаметром 2,95 м и длиной 8,4 м, покоящийся на массивном основании — кильблоке. В верхней части цилиндра — балластные цистерны, а над ними — палуба. Внутри корпуса — жилой отсек длиной 7,6 м и высотой 2,05 м. Он делится на спальную зону, центральный пост, рабочую и водолазную зоны и санузел. Спальная зона в носовой части лаборатории имеет планировку купе железнодорожного вагона. С левого борта к спальной зоне примыкает центральный пост, а за ним — по левому и правому борту — рабочая зона. В ней три стола для размещения научной аппаратуры и приборов. Остальное пространство обитаемого отсека занимает водолазная зона со стеллажом для хранения рабочих аквалангов и тремя входными шахтами: палубной, монтажной и водолазной. Санузел, скомпанованный в герметическом отсеке, размещен в корме лаборатории по левому борту.

ра» должен декомпрессироваться после всплытия на поверхность, прямо в лаборатории, в «сухих» комфортабельных условиях. «Черномор» должен иметь прочный стальной корпус, который выдерживал бы на поверхности моря внутреннее давление, равное давлению на рабочей глубине, и, кроме того, устройства для постепенного снижения давления в лаборатории.

На какой глубине предстояло работать «Черномору»? Мы выбрали диапазон для него 30—40 м. Эта глубина является интересной для ученых, и ряд проблем можно решать именно в этом диапазоне. Но в 1968 г. осваивались лишь глубины 10—15 м. Подводные лаборатории наших предшественников, как правило, были связаны с берегом или с надводным судном обеспечения. Мы постарались сделать «Черномор» независимым от надводного обеспечения и, хотя это удалось лишь частично, мы могли жить под водой совершенно самостоятельно около трех дней.

В январе 1967 г. техническое задание и пояснительная записка на проект «Черномора» были готовы и переданы инженерам. Несмотря на бесчисленные затруднения технического, да и не только технического, порядка инженеры и студенты почти за полгода справились с необходимой документацией. В дальнейшем они участвовали в мон-

таже систем лаборатории, в ее испытаниях и научной эксплуатации.

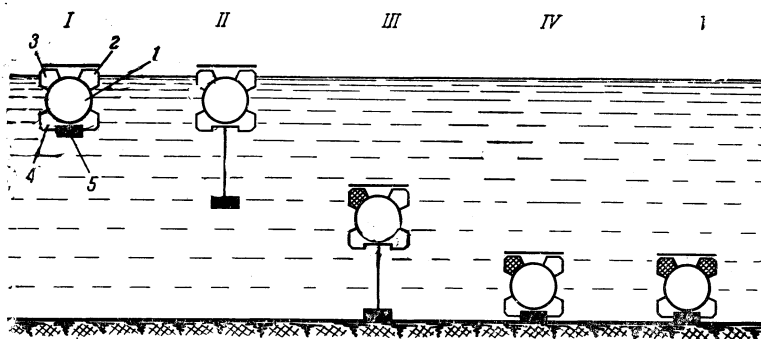
Шло лето 1967 г... Мы мыслили тоннами, сортами стали, поставками узлов с заводо-поставщиков. Одни из нас сидели на заводах, где шло изготовление корпусных частей лаборатории: другие уже вели монтаж систем в Южном отделении института.

И вот зима 1968 г. Наконец-то, корпус «Черномора» и все его узлы — в Голубой бухте. Здесь начинается сборка. И хотя до лета еще далеко, мы почти физически чувствуем, как оно приближается. Лаборатория постепенно обростает: уже установлены блоки очистки воздуха, голубые трубы воздуховодов протянулись вдоль отсека, легли под пол баллоны со сжатым воздухом и встал на место распределительный пульт, с тихим шипением пошел по магистралям сжатый воздух, вольтметры на пульте впервые показали, что в лабораторию подано напряжение, и электрик включил плафоны освещения отсека. Лаборатория оживала на глазах.

К июню 1968 г. были уложены последние листы декоративной обшивки жилого отсека и начались испытания систем. Мы вели их в три этапа: на суше, на глубине 5 м и на глубине 14 м. Испытания были комплексными. Сначала отлаживали отдельные системы, а затем проверяли их одновременную работу. Каждый этап испытаний длился двое суток. В это время экипаж испытателей работал и

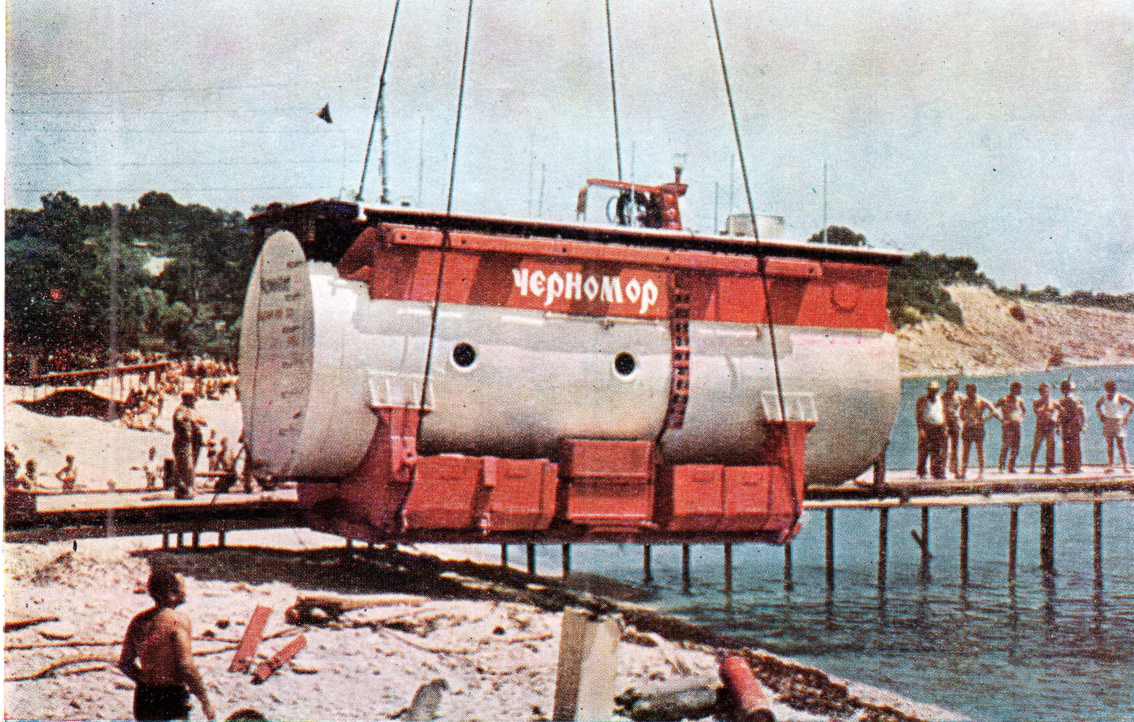
СХЕМА ПОСТАНОВКИ ПОДВОДНОЙ ЛАБОРАТОРИИ НА ГРУНТ:

1 — корпус лаборатории; 2 — первая группа балластных цистерн; 3 — вторая группа балластных цистерн; 4 — кильблок; 5 — отделяемая часть балласта. Балластная система «Черномора» состоит из двух групп балластных цистерн водяного балласта, постоянного чугунного балласта и отделяемой части твердого балласта. В крейсерском положении (позиция I) лаборатория уравновешена до положительной плавучести 1,3 т. После отбуксирования к месту постановки отделяемый балласт с помощью ручной лебедки опускается на 1,8—2 м под корпус лаборатории (позиция II). Затем в первую группу балластных цистерн принимается 2,6 т воды. Лаборатория погружается на грунт (позиция III), касаясь дна отделя-



емой частью балласта. После этого корпус лаборатории подтягивается лебедкой к дну (позиция IV), и во вторую группу балластных цистерн принимается еще 2—2,6 т воды (позиция V). Весь процесс установки занимает около

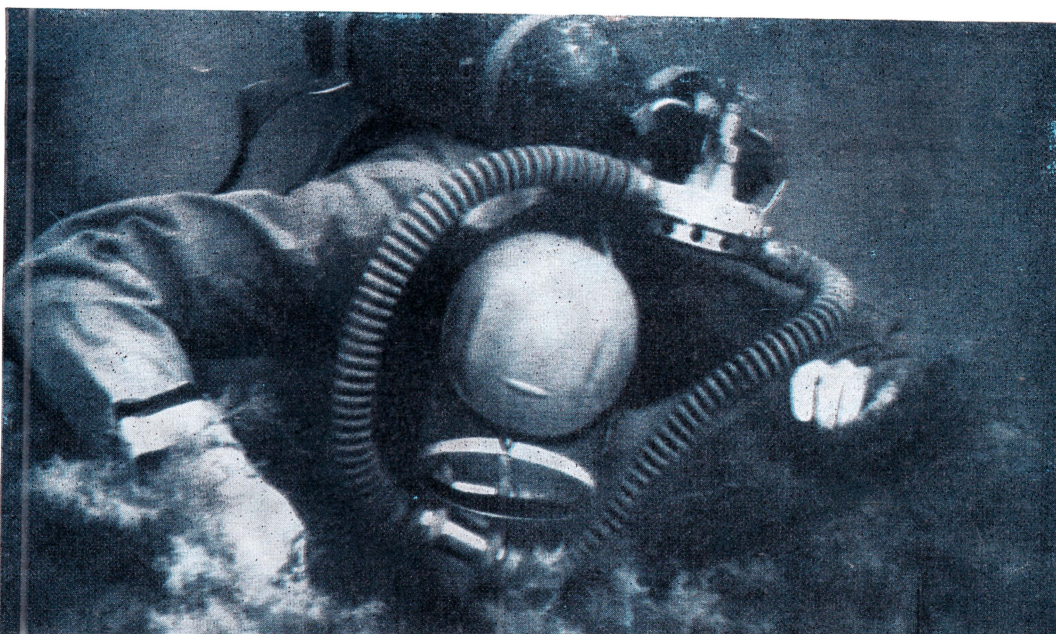
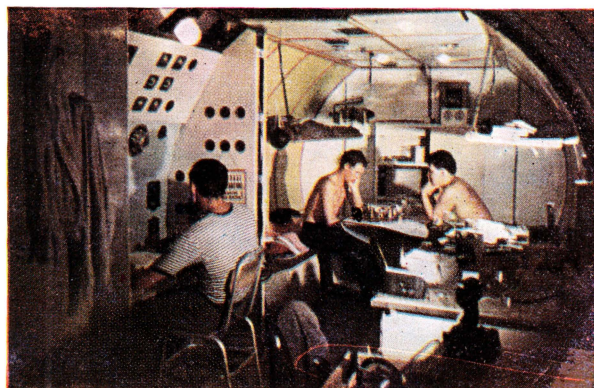
40 минут и выполняется экипажем лаборатории. Всплытие также проводится экипажем лаборатории и длится около 20 минут, начиная с момента подачи сжатого воздуха в балластные цистерны



«ЧЕРНОМОР» ПЕРЕД СПУСКОМ НА ВОДУ. Цилиндрический корпус лаборатории смонтирован на кильблоке, который одновременно служит и балластным бункером и фундаментом при установке лаборатории на грунте. Цистерны водяного балласта дополняют верхнюю часть корпуса до параллелепипеда, образуя плоскую верхнюю палубу. Вдоль бортов лаборатории на уровне ватерлинии укреплены привальные бруссы

Экипажу, находящемуся под водой, обеспечены вполне «земные» условия. Один из акванавтов несет вахту за пультом, остальные работают или отдыхают

Акванавт-геолог заполняет маркированным материалом — галькой и песком — небольшой участок дна (1×1 м). Цветное пятно размывается, образуя «живую эпюру» движущихся осадков



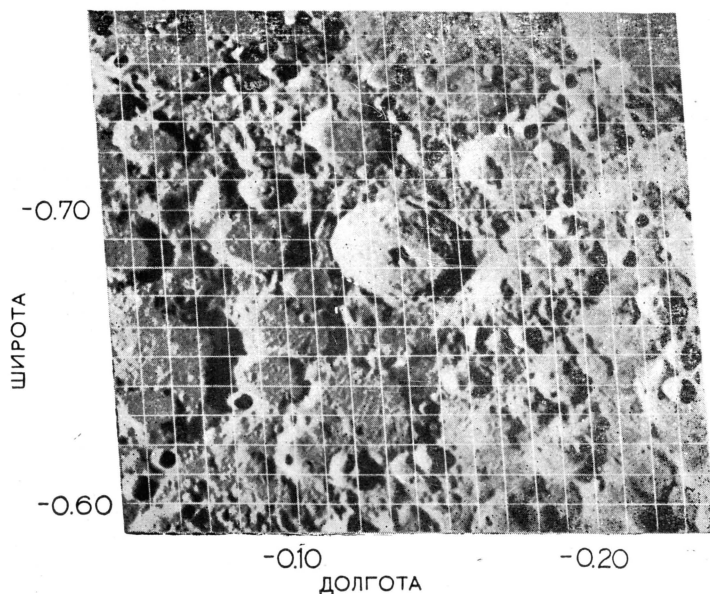
РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ КРАТЕРА ТИХО

Недавно американские ученые Г. Петтенгил и Т. Томпсон провели радиолокацию Луны («Isacus», 8, 457, 1968) и получили на волне 3,8 см радиолокационное изображение кратера Тихо и его окрестностей. Разрешающая способность оказалась исключительно высокой: удалось наблюдать детали поверхности, размер которых равен приблизительно 1 км. Заметим, что такое же разрешение достигается и при оптических наблюдениях Луны с Земли.

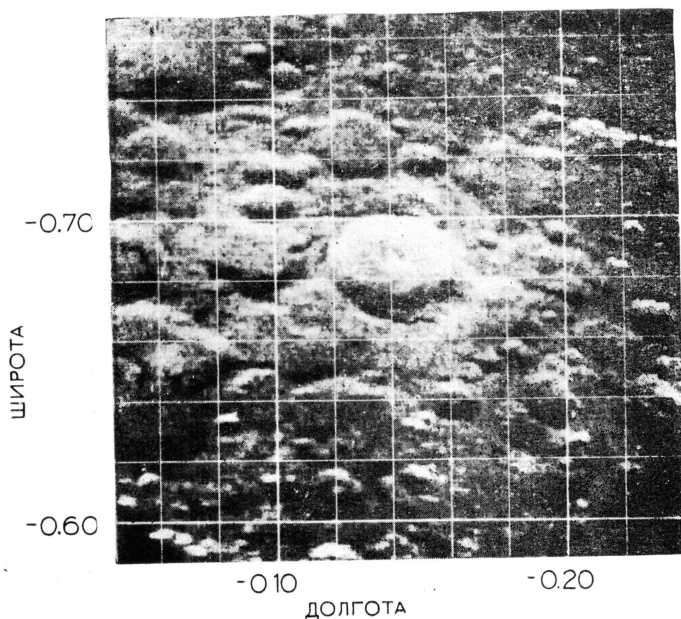
Как было получено радиолокационное изображение кратера Тихо?

В направлении Луны излучались короткие импульсы строго определенной частоты. Отраженные от Луны импульсы «размывались» по частоте и растягивались во времени. Растягивание во времени отраженного сигнала определялось запаздыванием сигналов, отраженных от более удаленных участков лунной поверхности, относительно отражения от переднего участка Луны. Частотное «размытие» (образование доплеровского спектра) обусловлено либрацией Луны, приводящей к тому, что разные участки лунной поверхности имеют различные лучевые скорости относительно земного наблюдателя, и, следовательно, сигнал, отразившийся от этих участков, имел различное доплеровское смещение частоты. Таким образом, каждому участку лунной поверхности соответствовало определенное доплеровское смещение частоты и запаздывание отраженного сигнала. Проведенный с помощью быстродействующих электронных вычислительных машин совместный анализ отраженных сигналов как по смещению частоты, так и по запаздыванию, позволил определить интенсивности сигналов, отразившихся от определенных участков поверхности Луны. Выделенные сигналы подавались на электронно-лучевую трубку, и на ее экране получалось радиолокационное изображение кратера Тихо.

Интенсивность сигналов, отраженных различными участками лунной поверхности в направлении локатора, зависит от ориентации этих участков относительно направления к локатору. Участки, перпендикулярные к этому направлению, дают наибольшую интенсивность обратного отражения. Поэтому более яркими выглядят те детали поверхности, которые своей плоскостью обращены к локатору, а темны-



УЧАСТОК ЛУННОЙ ПОВЕРХНОСТИ С КРАТЕРОМ ТИХО (в центре фотографии). Верхняя фотография заимствована из «Ортографического атласа Луны» Дж. Койпера, составленного на основе наземных фотографий Луны. Нижняя фотография — радиолокационное изображение того же участка лунной поверхности. На фотографиях видно хорошее совпадение деталей, например центральной горки кратера Тихо

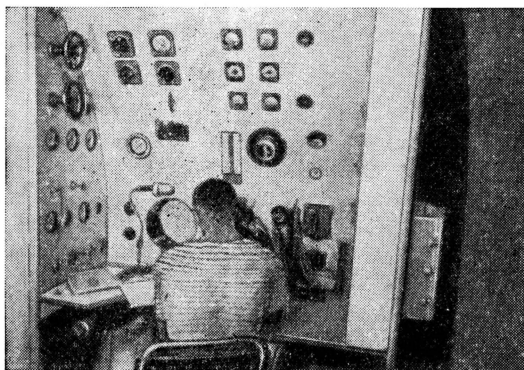


ми — детали, на которые излучение падало под большим углом.

Описанный метод получения радиолокационного изображения очень удобен. В настоящее время только с его помощью можно будет увидеть поверхность такой

планеты как Венера, у которой имеется мощная, непрозрачная для оптических лучей атмосфера. Уже ведутся работы и сделаны первые попытки получить радиоизображение Венеры.

В. К. ГОЛОВКОВ



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПОСТ УПРАВЛЕНИЯ «ЧЕРНОМОР». Слева, на воздушно-газовой панели сосредоточены почти все вентили, редукторы и манометры управления и контроля за работой систем подачи сжатого воздуха для технических нужд, а также систем раздельной подачи азота и кислорода для составления дыхательной смеси. Справа от оператора смонтирован щит управления электрическими цепями постоянного (24 в) и переменного (220 в) тока. На лицевой панели перед оператором находятся приборы контроля параметров воздушно-газовой смеси (температуры, влажности, содержания углекислого газа); подачи электроэнергии; аппаратура связи с поверхностью и с работающим в воде акванавтом

жил в лаборатории. В испытаниях участвовали самые опытные специалисты, хорошо знающие лабораторию. 20 июля 1968 г., когда лаборатория заканчивала испытания на глубине 14 м, разразился неожиданный шторм. Волны достигали 4 м, это чувствовала и лаборатория: крен «Черномора» временами превышал 20°, резкие толчки и скрипы о каменистый грунт сильно затрудняли работу. Однако все системы работали безотказно: в назначенный с поверхности срок экипаж продул балластные цистерны, и «Черномор» всплыл.

У лаборатории очень невысокий надводный борт. На поверхности моря покачивается просто металлическая платформа, чуть-чуть возвышающаяся над водой. И трудно догадаться, что под ней еще около четырех метров стального корпуса и комфортабельное помещение акванавтов. Мягкий свет полусферических светильников, отражаясь в желтых и белых пластмассовых отделочных панелях, таял в голубых иллюминаторах. Мелкие рыбешки вертелись около лаборатории, тыкаясь в стекла. Перед гостем, спустившимся в лабораторию, открывалась 8-метровая комната со спальными койками, столом между ними, с пультом управления на левой стороне и рабочими столами справа. Только красные аварийные акваланги в изголовье каждой койки и лежащее около водлазной шахты снаряжение для работы под водой напоминали, что за теплыми желтыми стенами — море, что оно только отступило, но не сдалось, и не простит акванавтам ни одной оплошности.

Экипаж лаборатории обычно состоял из четырех человек. Если же предстояла тяжелая работа, вводился пятый член экипажа.

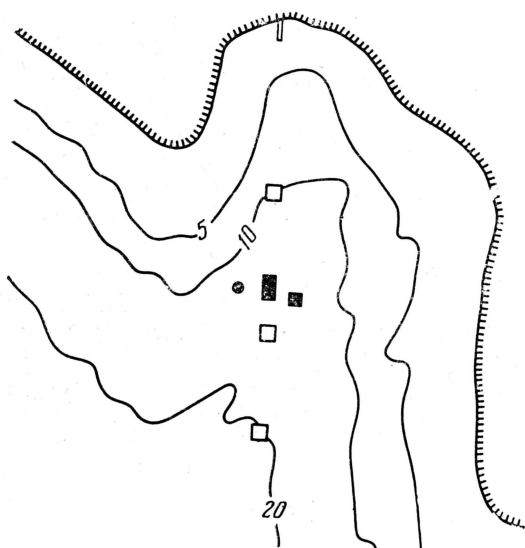
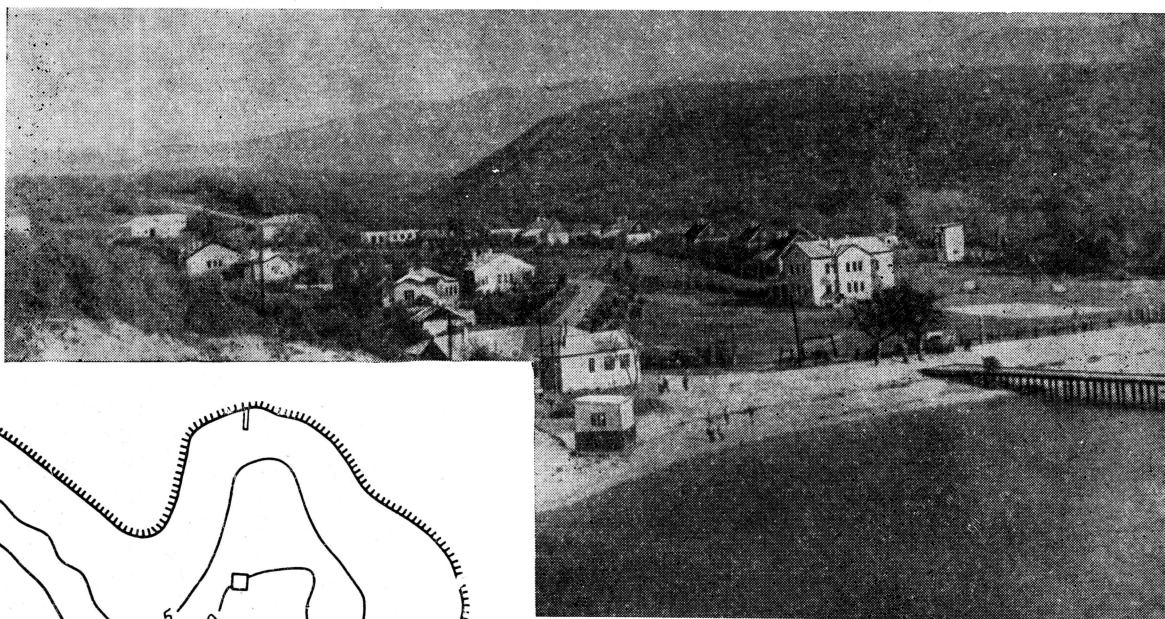
Один из акванавтов нес вахту за центральным пультом, остальные занимались своими делами. Круглые сутки пульт не пустовал ни минуты. Вахтенный регулировал подачу воздуха и электроэнергии с поверхности, ежедневно снимал показания приборов, контролирующих работу лаборатории, поддерживал связь с надводным обеспечением. Прямо перед ним — иллюминатор, и по ночам, когда в отсеке горела только одна лампа, рыбешки собирались на сует, скрашивая ночные часы вахты.

Ежедневно, утром и вечером, акванавты выходили в воду. Они проводили научные исследования, обслуживали внешние устройства лаборатории, чистили ее корпус, «гуляли». В день на всех приходилось от 3 до 10 человеко-часов работы вне лаборатории. Цифра эта колебалась в зависимости от того, какую программу выполняет экипаж. Оптики почти не работали в воде, а геологи проводили в воде наибольшее время. Мы использовали обычные акваланги АВМ-1М, однако их хватало лишь на 20—30 минут. По-видимому, более удобными были бы шланговые дыхательные аппараты типа ШАП-40 или ШАП-62. Температура воды за бортом лаборатории колебалась около 22°, однако, работая без гидрокостюмов, акванавты быстро мерзли. Большим успехом пользовался французский гидрокостюм «Супер-Калипсо».

Эксперименты этого года показали техническую надежность лаборатории и подтвердили правильность основных идей, заложенных в ее конструкцию. В будущем мы планируем поставить лабораторию на глубине 30 м.

П. А. БОРОВИКОВ
В. А. ИВАНОВ
Г. Г. ОБДИРКИН

Океан исследуется изнутри



■ 1 □ 2 ■ 3 ● 4

Голубая бухта (Геленджик, Южное отделение Института океанологии АН СССР)

Схема расположения подводной лаборатории «Черномор» и экспериментальных полигонов на дне Голубой бухты: 1 — «Черномор»; 2 — геологические полигоны; 3 — гидрологический полигон; 4 — полигон биологов

Программа подводных исследований из лаборатории «Черномор» охватывала четыре направления: геологию, гидрофизику, гидрооптику и биологию. Всем предстояло выяснить возможности подводной лаборатории, проверить свои «поверхностные» знания — наблюдения, полученные с надводных судов, и «поговорить» один на один с течениями, наносами, водорослями и солнечными луча-

ми, проникающими в толщу воды, т. е. исследовать океан изнутри.

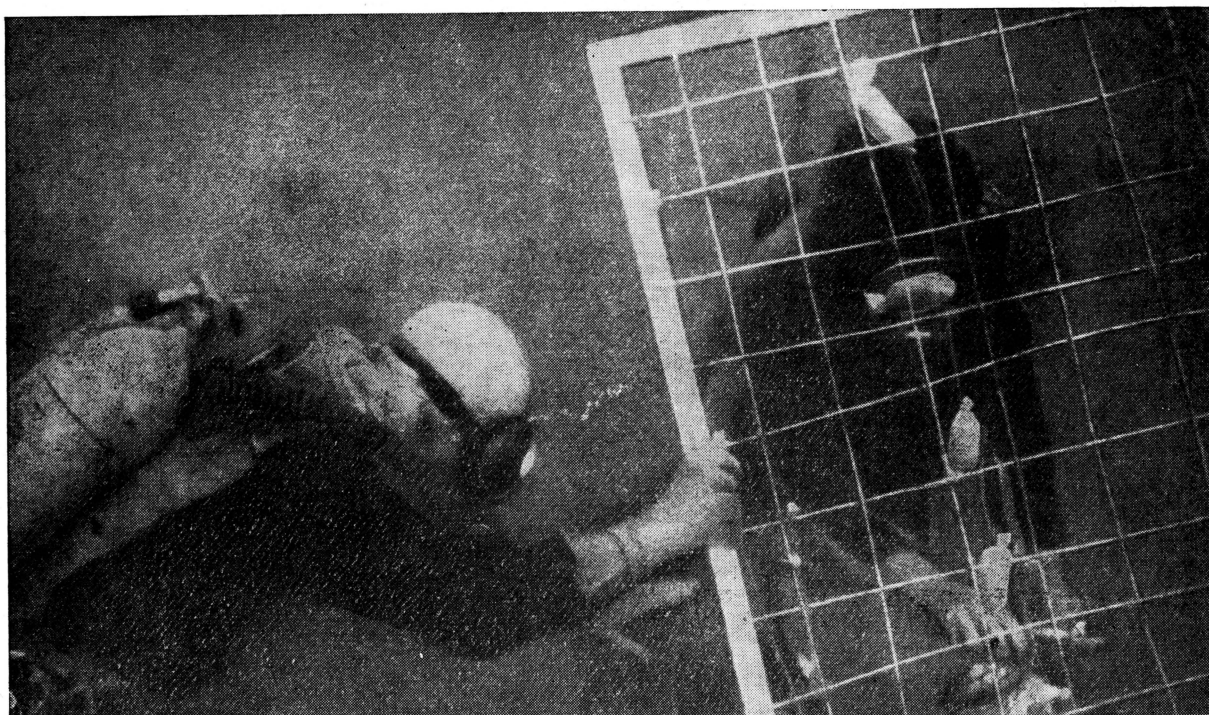
Многолико дно бухты, расположенной близ Геленджика: на мелководье оно сложено галькой и щебнем, глубже залегает чистый среднезернистый песок — и это песчаное поле тянется в осевой части бухты до глубин 15—18 м, затем песок сменяется ракушечником, а глубже 40 м начинается ил. Всюду

выступают гряды скалистых пород. Они обильно покрыты цистозейрой — аборигеном черноморского дна.

Геологов особенно привлекало исследование песчаного поля в зоне от 10 до 20 м. Ученые до сих пор не баловали эту зону достаточным вниманием: для исследователей открытого моря здесь слишком мелко, а геологи, изучающие береговые процессы, считают эту зону инертной к волнениям и малоизменяющейся. Между тем зона 10—20 м гидродинамически очень активна и здесь также происходят достаточно интенсивные процессы переноса обломочного материала. Поэтому геологическая программа «Черномора» включала прежде всего непосредственные измерения переноса осадков в этой зоне. Глубины 10—20 м интересуют также и строителей морских портов, так как в последнее время осадка крупнотоннажных нефтеналивных судов существенно увеличилась.

Как выполняли свою задачу подводные геологи? На глубине 10, 15 и 20 м они разбили

экспериментальные полигоны, которые представляют квадраты размером 20×20 м, разделенные в свою очередь на более мелкие квадратики со стороной 5 м. Узлы этой «сетки» закреплялись репером — стальным прутком, плотно вошедшим в грунт. На прутья нанизывался легкий металлический каркас, который опускался по мере размыва грунта у основания репера. Делая последовательные замеры высоты каркаса и прута, геологи получали амплитуду деформаций дна, а отбирая у основания каждого репера повторные пробы грунта, узнавали, как изменяется строение осадков во времени. Для того чтобы исследовать характер и скорость разноса донных осадков, в центре полигона выбирались два квадрата (1×1 м) и заполнялись маркированным материалом: галькой и среднезернистым песком, окрашенным люминофорами. Цветные пятна размывались, образуя «живую» эпюру движущихся осадков. Здесь же были установлены взвесеуловители длительного действия, которые фиксировали движе-



Гидрофизики устанавливают на подводной мачте масштабную сетку с баллончиками, наполненными окрашенной жидкостью

Фото О. Галушко

ние мельчайших частиц, парящих в толще воды.

Работа геологов оказалась самой трудоемкой: ежедневно путешествовали они на полигоны, проводя до 10 часов за порогом подводного дома. Работали, в основном, на расстоянии 70 м от «Черномора», но иногда уходили и на 350 м.

Гидрофизики установили на дне специальную мачту с тензометрическими датчиками и изучали движение воды в придонном слое от 2 см до 6 м. (С корабля так точно приборы не поставишь!) Придонные скорости течений измерялись также с помощью киносъемки окрашенного облака на фоне масштабной сетки. Масштабную сетку устанавливали вдоль потока. Материалы этих наблюдений после их тщательной обработки будут очень полезны для исследования процессов турбулентности. Интересно, что скорость течения у дна имеет пульсирующий характер, что связано, по-видимому, с групповым строением волн. Периоды пульсаций близки к периодам прохождения волн.

Некоторые сведения о величинах скоростей течений в бухте предоставил и сам «Черномор». Однажды во время штормового волнения лаборатория то во взвешенном состоянии, то волоком совершила 70-метровый «подводный рейд». (Напомним, что «Черно-

мор» имеет отрицательную плавучесть, равную 3 т.) Такое перемещение можно объяснить действием «разрывных» течений, которые в Голубой бухте нередки. Они возникают как результат нагона вод к берегу в штормовую погоду и бывают достаточно сильными (до 1,5 м/сек, а возможно и больше). С удалением от берега «разрывные» течения затухают.

Гидрооптики выполняли свою работу в течение 10 суток. Заметим, что в экспериментах «Прекоинтент» и «Силэб» оптические измерения не проводились, если не считать небольшой объем измерений с помощью батифотометра Кларка, выполненный с «Денизы» Кусто и Дюма. Создав близ «Черномора» подводную обсерваторию, акванавты измеряли отечественной аппаратурой спектральное распределение света в воде, степень и преимущественную плоскость поляризации. Оптики не оставили без внимания и светящуюся водоросль — ноктилюку.

Гидрооптики исследовали также спектр флуктуации естественного светового поля при различных характеристиках волнения на поверхности, различных высотах Солнца и ориентации фотометров — яркомеров относительно Солнца. Полученные материалы даже после предварительной обработки обещают интересные выводы. Так например, глубина



модуляции естественного светового поля существенно зависит от ориентации фотометра относительно Солнца. Фотометр был установлен на 8-метровой глубине.

Донная флора и фауна (бентос) Голубой бухты были предметом тщательных исследований биологов. Проведено экспериментально-экологическое изучение одного из наиболее широко распространенных в Черном море биоценозов — богатого фауной биоценоза цистозейры. Чрезвычайно заманчивым оказалось «подсмотреть», как «притираются» друг к другу составляющие биоценоз формы, следует ли рассматривать биоценоз как исторически сложившуюся форму ослабления межвидовой конкуренции. Работа биологов также проходила на полигоне, удаленном от лаборатории на 70 м (радиус экологических нарушений близ лаборатории, установленный акванавтами, равен 20 м). На выбранном полигоне они сделали очень точную оценку бентоса. С помощью обычной рулетки измерялись те отрезки, которые пересекали пятна водорослей. Биологи считают такой показатель покрытия морского дна растениями достаточно точным. А учитывать донных жителей, «шагая» по дну, совсем просто: нужно выбрать полосу определенных размеров и сосчитать на ней всю донную рыбу. Это так называемый метод учетной полосы. Многочисленные визуальные наблюдения за поведением рыб и донных беспозвоночных дали

биологам интересные результаты, а все остальные акванавты получили необычное эстетическое наслаждение.

Ученые, работающие в воде, были и сами предметом физиолого-гигиенических исследований. Эти исследования показали, что микроклимат и газовая среда подводной лаборатории «Черномор» удовлетворительны. Длительное пребывание акванавтов (до 5 суток) в лаборатории на глубине 12,5 м с выходом в толщу воды не вызывает таких отклонений физиологических функций, которые могли бы вызвать нарушение здоровья акванавта.

Физическая работоспособность человека в указанных условиях сохраняется на уровне, характерном для обычных условий несмотря на значительные изменения в обеспечивающих системах (крови, дыхании, сердечно-сосудистой системе). Все собранные материалы в настоящее время обрабатываются и изучаются.

Итак, первая попытка комплексного исследования океана изнутри сделана, довольно зримо вырисовывается новое направление в океанологии. Эффект присутствия ученого внутри изучаемого объекта, постановка приборов в толще и на дне «собственными» руками — все это делает измерения очень точными и надежными. С судна или с берега такие работы невыполнимы. Недалеко то время, когда соответствующие факультеты университетов и институтов будут готовить кадры особых ученых — ученых-акванавтов. Инженеры будут работать над созданием подводной лаборатории с комфортабельными условиями.

Эффективность подводных домов значительно возрастет, когда они смогут менять свое положение на просторах мира безмолвия и станут более независимыми от «поверхностных» людей. И последнее — исследование океана из подводных лабораторий требует совершенно новой компактной, исключительно тонкой аппаратуры, которую акванавт мог бы свободно перемещать в нужном ему направлении самостоятельно. Целесообразность применения подводной обитаемой лаборатории будет расти с глубиной погружения, когда подводные исследования с поверхности станут невозможными. В будущем на дне близ лаборатории будут поставлены измери-



Акванавты наблюдали за поведением рыб на полигоне

Фото Е. Стоялова



При проведении гидрофизических исследований широко применялась киносъемка

Фото О. Галушко

тельные комплексы, похожие на нашу гидрооптическую обсерваторию или гидрометеорологическую станцию в американском эксперименте «Силэб-2».

В настоящее время «Черномор» готовится к погружению на 30 м. В течение 60 суток он будет принимать отряды акванавтов-геологов, гидрооптиков, биологов и гидрофизиков. Впереди — интересная программа океанологических исследований: геологи собираются заниматься подводным бурением и определять физико-механические свойства грунтов непосредственно на объекте, гидро-

физики займутся вопросами турбулентности в придонном слое, биологи — фауной мягких грунтов, гидрооптики — флюктуацией естественного светового поля в море. Обсерватории, мачта длиной 35 м, колокол с буровым инструментом, оборудованные полигоны близ лаборатории, наконец, сам «Черномор» — таким будет донный ландшафт Голубой бухты в 1969 году.

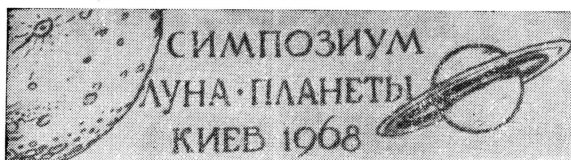
Н. А. АЙБУЛТОВ
кандидат географических наук



**СИМПОЗИУМЫ,
КОНФЕРЕНЦИИ,
СЪЕЗДЫ**

Современный этап планетных исследований

Д. Я. МАРТЫНОВ
профессор



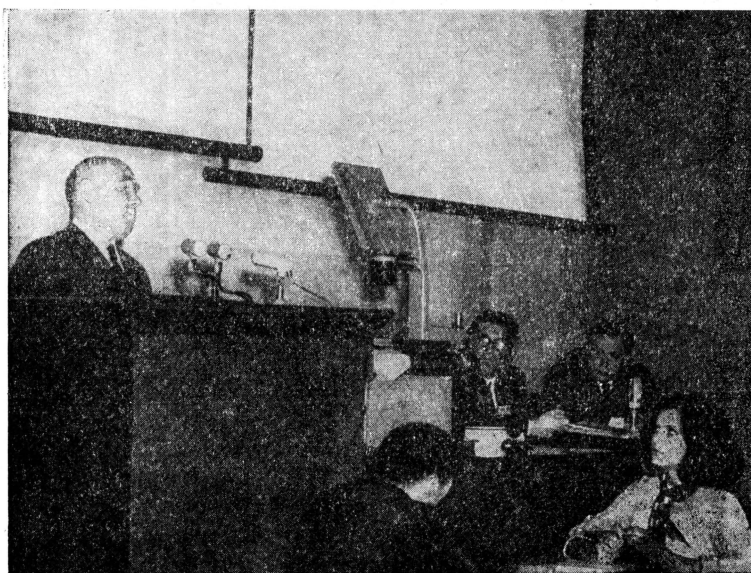
Как уже известно нашим читателям (см. «Земля и Вселенная», № 1, 1969, стр. 21), в октябре 1968 г. в Киеве состоялся Симпозиум по физике Луны и планет. Открывая симпозиум, председатель оргкомитета профессор Д. Я. Мартынов обратился к собравшимся с речью, текст которой публикуется ниже.

Со времени запуска первого советского искусственного спутника Земли спокойный, академический характер изучения Луны и планет стал сменяться все более и более активным, а порой даже лихорадочным темпом исследований. Лавина новых фактов и методов обрушилась на нас в этой области астрономии. К тому было много причин.

Хотя первый ИСЗ двигался всего лишь вокруг Земли, в пределах ее атмосферы, существовал недолго и лишь пассивно служил астрономии и геофизике, все в нем увидели начало космической эры, непосредственное изучение межпланетного пространства и самих

планет путем облета их и посадки на них космических аппаратов с людьми, а на первых порах — без них. Всего лишь десятилетие прошло после этого, но многие из этих ожиданий сбылись.

Изучение планет теперь перестало быть академической задачей, удовлетворявшей любознательность астрономов. Астрономия солнечной системы стала в какой-то мере прикладной наукой. Уже к астрономам обращаются инженеры, строители космических кораблей. Их интересуют точные расстояния до планет, выраженные в километрах, а не в астрономических единицах, им нужно знать, насколько эфемеридное время отличается от гражданского, их интересует температура и давление на поверхности Венеры и Марса, они хотят знать, будут ли на Солнце вспышки во время космического полета, какова энергия частиц в порывах солнечного ветра. На одни из этих вопросов астрономы давали точный ответ — астрономия своим тысячелетним развитием подготовилась к этому. Другие ответы были менее уверенны, так как наблюдательные данные не согласовывались с теоретическими взглядами. Наконец, были и такие вопросы, к которым астрономия оказалась вообще неподготовленной. На поиски решения таких проблем были направлены усилия ученых, конструкторов и инженеров, наблюдателей на Земле и создателей научных аппаратов, направляемых в Космос. То, над чем ранее работали немногие десятки профессиональных астрономов, стало теперь



Профессор Д. Я. Мартынов открывает симпозиум по физике Луны и планет

Фото В. Г. Парусникова

объектом усилий тысяч исследователей самых разных научных и технических специальностей!

И в наземной, и в космической астрономии объявились новые, в какой-то мере неожиданные результаты. Позвольте напомнить некоторые из них.

Разработанный в астрофизике метод определения вращения звезд по расширению спектральных линий был успешно применен радиофизиками, которые довели радарные методы до высокого совершенства, для определения вращения планет. Но эти же физики пошли дальше астрономов и показали, что не только период, но и направление вращения планет может быть определено радарными наблюдениями. Это то, о чем астрономы никогда не помышляли, хотя геометрия и кинематика, лежащие в основе этого эксперимента, заложены в тех петлеобразных движениях планет в сочетании с суточным вращением небесного свода, которые известны астрономам 2,5 тысячелетия. Более того, даже фазовый эффект у наблюдаемых в радиодиапазоне ярких температур планеты может служить индикатором направления вращения планеты.

А вот другой пример. Более четверти века пролежала как некий математический «сезау» работа Миланковича о термических яв-

лениях на планетах. Но как только начались достаточно точные измерения теплового радиоизлучения Луны, а потом и планет, теория Миланковича немедленно нашла себе применение. Радиофизики использовали факт уменьшения амплитуды и запаздывания фазы температурных колебаний с уменьшением частоты наблюдаемого у планеты излучения. Они истолковали это как следствие различного поглощения радиоволн разной частоты, в результате которого более длинные волны приходят с большой глубины верхнего покрова планеты. После этого они смогли начать исследование физических свойств горных пород, слагающих поверхность планеты. Правда, при этом определяется довольно сложный параметр $\gamma = (k\rho c)^{-1/2}$ (k — коэффициент теплопроводности, ρ — плотность, c — удельная теплоемкость вещества).

Полученному из наблюдений значению γ могут соответствовать многие материалы, но зато большое число материалов, не удовлетворяющих этому значению, можно исключить и тем самым сузить круг поисков истинной природы планетной поверхности. Ход температуры с длиной волны измеряемого радиоизлучения позволяет оценить мощность потока тепла, исходящего из недр планеты. Наибольший успех эта методика имела в

применении к Луне (Весселинк, Троицкий с сотрудниками), свободной от помех со стороны атмосферы. Конечно, решение задачи обременено разными предположениями, не всегда бесспорными и трудно доказуемыми, но сама возможность постановки этой задачи, немислимая прежде, говорит об эффективности этого нового пути, открывшегося в планетной астрономии.

Но новые пути открываются для нас и в классических методах, если на них посмотреть по-новому. Такова методика получения и расшифровки планетных спектрограмм, использованная супругами Конн. Классический интерферометр Майкельсона плюс классический анализ Фурье — вот что лежит в основе этого метода. Но он стал возможен лишь потому, что в руки ученых попало могучее оружие в виде современных ЭВМ. Налицо блестящий результат — инфракрасная спектроскопия с небывало высоким разрешением, позволяющим изучать физические условия, в которых находятся молекулы, составляющие атмосферу планеты, открывать новые молекулы (например, HCl и HF в атмосфере Венеры) и атомарные изотопы.

Конечно, крупнейшие успехи в исследовании планет за последние три года принадлежат космическим аппаратам «Маринер-4», «Венера-4» и «Маринер-5», так как они, вступив в непосредственный контакт с Марсом и Венерой, добыли нам такие сведения об этих планетах, достоверность которых в главном неоспорима. Однако и они не принесли, в сущности, ничего неожиданного. Вероятно, многие из присутствующих здесь не верили своим глазам, когда впервые увидели в газетах фотографии Марса, переданные «Маринером-4», и задумывались, нет ли здесь опечатки, не Луну ли показывают эти фотографии. «Кольцевые горы на Марсе... Не может быть!». «Но почему не может быть?» — был следующий, уже спокойный вопрос. Ведь тот же «Маринер» подтвердил, что атмосфера Марса необычайно разрежена. Ведь Марс гораздо ближе к кольцу астероидов, чем Луна! И еще более спокойно астрономы, покопавшись в памяти, нашли, что кольцевые горы на Марсе как следствие встреч с астероидами и метеороидами предвидели Уиппл, Эппик, Томбо... Только ранние наземные наблюдения не давали никаких свидетельств, поэтому взгляды эти просто игнорировались.

«Венера-4» сделала достоверным то, что оспаривалось, подвергалось сомнению, отвер-

галось, несмотря на непрестанные подтверждения установленного радионаблюдениями факта чрезвычайно высокой температуры поверхности Венеры и неизбежно следовавшего отсюда факта очень высокого давления у основания атмосферы. Существенно новым было то, что «Венера-4» показала почти полное отсутствие в атмосфере Венеры других составляющих, кроме углекислого газа, включая и азот. И тогда становится понятным, что на Венере (при отсутствии у нее магнитного поля) очень бедна водородная корона. Правда, есть расхождения с «Маринером-5» в отношении оценки высот, на которых «Венера-4» вела свои наблюдения. Но это уже количественные различия, а не качественные.

Таким образом, мы можем убедиться в том, что космические исследования не вытесняют наземные методы изучения планет, те и другие кооперируются и приносят богатые плоды.

Единственно, где методы заатмосферной астрономии играют непрерываемо главную роль — это селенография. Успехи «Луны-3», «Зонда-3», «Луны-9, -13», «Рейнджеров», «Сервейеров», «Лунар Орбитеров» огромны и не имеют себе равных в предшествовавших исследованиях. Но и здесь, для того чтобы создать правильную картографическую систему, оказываются необходимыми точные измерения положения опорных деталей поверхности Луны, выполненные относительно центра лунного диска при наземных наблюдениях. Этими проблемами классическая астрономия занимается очень давно: установлены законы вращения Луны, в первом приближении определена фигура Луны, определены селенографические координаты большого числа лунных образований — все это в том объеме и с той точностью, которые были достаточны до начала космической эры. Но с точки зрения задачи высадки будущих космонавтов на Луну и их перемещения по ней, селенография и селенодезия оказываются в запущенном состоянии, и в ближайшее время предстоит устранить все выявившиеся сейчас недостатки.

Однако я должен оставить общие рассуждения с тем, чтобы приблизиться к конкретным задачам нашего симпозиума.

Программа симпозиума многообразна и даже, я бы сказал, громоздка. Как выяснилось еще летом, количество желающих принять участие в симпозиуме превысило наши возможности по трем пространственным ко-

ординатам. Как оказалось, количество заявленных докладов превысило наши возможности и по четвертой координате. С первой трудностью наши киевские хозяева в значительной степени справились, но вторая осталась в силе. Мы должны были стать максимально скупыми при выделении докладчикам времени, необходимого для их докладов, но зато мы резервировали достаточно времени для вопросов и дискуссий по докладам. Мы надеемся также, что расписание заседаний симпозиума даст его участникам достаточно большие возможности для обсуждения научных вопросов со своими коллегами также и вне заседаний.

За последние годы мы все чаще слышим жалобы на чрезмерное обилие и громоздкость наших научных собраний. Эти жалобы очень основательны, но, с другой стороны, развитие некоторых разделов науки, в том числе нашего, идет столь бурными темпами, что потребность в обмене результатами и идеями стала постоянно действующим фактором.

Хочется подчеркнуть еще одну, родившуюся в последние годы черту нашей науки, — приход к нам на помощь большого числа физиков, геофизиков и даже химиков и геологов. Если раньше участие этих специалистов в работе астрономов ограничивалось теоретическими проблемами, то теперь они смело берутся за решение практических задач. Физики определяют астрономическую единицу и просвечивают атмосферы планет радиоволнами, геофизики изучают физические параметры атмосфер планет, их химический состав, циркуляцию, химики ищут объяснение химическим особенностям планет, а геологи — происхождению лунного или марсианского ландшафта! Здесь, на симпозиуме, присутствуют многочисленные представители этих наук. Их вклад в программу симпозиума столь велик, что трудно назвать их просто гостями.

В программе симпозиума наибольшее место занимают Луна и Венера. В исследовании этих небесных тел оптические методы конкурируют с радиометодами, наземные наблюдения — с наблюдениями из околоземного и околопланетного пространств. Радарные исследования идут своим триумфальным путем. Блестящие результаты, полученные космическими аппаратами «Маринер-5» и «Венера-4», находят свое выражение в серии докладов на симпозиуме. Хочется надеяться, что обсуждение расхождений в определении

высот над поверхностью Венеры у американских и советских ученых раскроет нам причины разногласий и позволит их устраним. Ряд докладов посвящен тепловому режиму на Венере. Каковы бы ни были источники высокой температуры этой планеты — внутренние или внешние — должно быть «одеяло», укрывающее ее поверхность. В атмосфере ее должен существовать парниковый эффект.

Будем надеяться, что наш симпозиум станет местом плодотворных научных контактов между учеными разных стран и разных дисциплин, встретившихся, чтобы обсудить проблемы той области науки, которая становится сейчас практически нужной всему человечеству.

В заключительном слове при закрытии симпозиума профессор Д. Я. Мартынов сказал:

— Мы подошли к концу нашей работы, и мне как председательствующему полагается подвести итоги. Разумеется, невозможно это сделать детально, так как на наших одиннадцати заседаниях было заслушано 119 докладов! Я вынужден ограничиться лишь самыми общими замечаниями.

Едва ли не наибольшее внимание посвятили мы свойствам лунной поверхности: прочности, петрографическому, минералогическому и химическому составу и, наконец, лунному ландшафту, т. е. проблеме, которая одинаково интересует астрономов, геологов и географов. Здесь обильный материал как фактический, так и для последующих разработок дали блестящие посадки аппаратов «Луна-9, -13» и «Сервейеры». Хочется отметить очень содержательную информацию, добытую с помощью пяти «Сервейеров», а также многочисленные доклады советских ученых, в которых анализируются физические особенности мест посадки наших АМС «Луна-9 и -13». А затем мы заслушали многочисленные сообщения о наземных исследованиях Луны преимущественно в радиодиапазоне. Дискуссии, главным образом, подвергались, во-первых, петрографическая структура лунной поверхности и, во-вторых, происхождение лунного ландшафта. Если в первом вопросе весы склоняются в сторону базальтовой и, более того, ультраосновной природы лунного покрова, то происхождение

ние лунного ландшафта обязано совместному действию внутренних (вулканических) и внешних (метеоритных) морфологических факторов на Луне. И хотя сведения, добытые советскими АМС, непреложно говорят о комковато-зернистой структуре лунного грунта, на симпозиуме защищалась и пылевая структура, правда, в новой, видоизмененной форме.

Венера была вторым объектом нашего обсуждения. По существу, это была дискуссия, очень полезная и плодотворная, так как авторы, слушая друг друга и отвечая на вопросы, вероятно, все лучше и лучше узнавали слабые стороны своих построений.

Вероятно, для многих было приятной неожиданностью узнать об успехах радиолокационного обследования поверхности Венеры, выполненного на высоком техническом уровне как у нас, так и за границей.

В данном случае мы опять встретились с наземными исследованиями, которые отнюдь не погружаются в «пучину анахронизмов», как думают некоторые, правда немногие, участники симпозиума. Такими же являются многочисленные спектроскопические исследования Венеры, Марса, Юпитера, о которых мы узнали из ряда докладов советских и зарубежных ученых. Мы имели возможность убедиться в том, что сочетание классических и новейших методов может привести к очень интересным результатам. Один из примеров — открытие четырехдневного периода вращения облачного слоя на Венере.

Кое-кто думает, что исследования планет-гигантов представляют собой запущенный

участок нашей науки. Обилие докладов на эту тему опровергает это. Их оказалось почти вдвое больше (16), чем докладов о столь популярном Марсе. Разумеется, эти исследования трудны, но они успешно развиваются. Что же касается Марса, то тут мы свидетели некоторого затишья после выдающегося успеха «Маринера-4». Будем ждать новых противостояний Марса!

Когда рассматривался вопрос о том, где провести настоящий симпозиум, оргкомитет не случайно остановил свой выбор на Киеве. Украинские астрономы представили ряд хороших докладов, свидетельствующих о высоком научном потенциале. Хочется заметить, что и киевские, и харьковские обсерватории достойны более крупных инструментов, чем те, которыми они сейчас обладают. Киевляне давно зарекомендовали себя гостеприимными хозяевами. На этот раз, они превзошли самих себя. Мы все выражаем им за это глубокую благодарность.

Мы высказываем также признательность нашим иностранным коллегам, которые привезли с собой так много интересного, не испугавшись перемещения по долготе на ± 9 часов. Жаль, что мы не увидели здесь многих других зарубежных астрономов, которые обещали к нам приехать. Я твердо надеюсь, что установленные сейчас личные контакты будут умножены и расширены.

Мне представляется, что симпозиум был нашим общим успехом. С таким убеждением и пожеланием дальнейших творческих достижений участникам симпозиума я объявляю его закрытым.



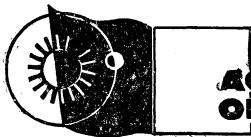
ТЕПЛОВОЙ ПОТОК ИЗ НЕДР ЗЕМЛИ

Геологи Р. Рой и Дж. Брюн (Калифорнийский технологический институт), измеряя тепловой поток к востоку от разлома Сан-Андреас, установили, что интенсивность потока к западу и востоку от разлома неодинакова. По измерениям в скважине было высчитано, что к востоку от разлома на глубине около 10 км тем-

пература составляет $+350^\circ$, а к западу $+220^\circ$ С. (Вокруг разлома, в радиусе 15 км, было пробурено 8 скважин глубиной до 300 м.) Исследователи считают, что интенсивное выделение тепла к востоку от разлома свидетельствует о необычном источнике тепла, возможно, геологического происхождения. Они полагают, что полученные данные опровергают уже установившийся взгляд на решающую роль ползучести

пород и возникающего трения в происхождении интенсивного теплового потока. Доктор Брюн даже высказывает необычное предположение: в исследуемом районе не ползучесть горных пород создает избыток тепла, а наоборот, интенсивный тепловой поток увеличивает пластичность земной коры.

«Geotimes», 13, 5, 1968.



Оказывают ли такие программы помощь учителям школ?

С 1967 г. в средних школах введены факультативные курсы по различным учебным предметам. Это очень важное мероприятие, направленное на удовлетворение научных интересов школьников, естественно, повлекло за собой издание соответствующих программ*, назначение которых — оказать необходимую помощь учителям в выборе и проведении факультативных курсов. Особенно тщательного составления программ требуют так называемые «специальные» факультативные курсы, предусматривающие «развернутое и углубленное изучение отдельных разделов или проблем науки», в ряде случаев далеко выходящих за рамки основной школьной программы.

Одна из таких программ посвящена астрономической тематике. Это — специальный курс по «Физике Космоса» для учащихся 10-го класса, рассчитанный на 35 часов.

Программа невелика по объему (всего 10 параграфов) и содержит следующие вопросы.

§ 1. Способы получения научной информации о верхней атмосфере Земли и процессах, происходящих в ней. Свойства земной атмосферы;

§ 2. Магнитное поле Земли. Радиационные пояса и их происхождение;

§ 3. Космические лучи, их изучение и возможное происхождение;

§ 4. Способы получения научных информации об атмосферах планет. Данные о планетных атмосферах;

§ 5. Внутреннее строение Земли и планет. Образование кометных хвостов и их взаимодействие с солнечной плазмой;

§ 6. Физика солнечной атмосферы. Внутреннее строение звезд и Солнца. Термоядерные реакции в них;

§ 7. Физика свечения газовых туманностей. Физика межзвездной среды и радиометоды ее изучения;

§ 8. Нестационарные и пульсирующие звезды. Космическое радиоизлучение и его источники;

§ 9. Выводы теории относительности применительно к космическим масштабам;

§ 10. Проблема населенных миров и связи с внеземными цивилизациями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Воронцов-Вельяминов. Очерки о Вселенной. «Наука», 1964.

2. Д. Г. Мензел. Наше Солнце. «Физматгиз», 1963.

3. Т. А. Агекян. Звезды, галактики, Метагалактика. «Наука», 1966.

4. И. С. Шкловский. Вселенная. Жизнь. Разум. «Наука», 1965.

5. Л. Линднер. Физика в Космосе. «Мир», 1966.

6. А. Б. Северный. Физика Солнца. Изд-во АН СССР, 1956.

Первое, что обращает на себя внимание при чтении программы, это отсутствие логической последовательности в расположении вопросов. Почему, например, § 1 и 4, относящиеся к изучению свойств планетных атмосфер, отделены друг от друга двумя параграфами, содержащими вопросы иной тематики? Почему о происхождении космических лучей говорится в § 3, а о межзвездной среде и ее радиоизлучении можно узнать только из § 7 и 8? Почему такие вопросы, как внутреннее строение Земли и образование кометных хвостов соединены в § 5? Почему и § 8 объединяет два далеких друг от друга вопроса? И почему второй из этих вопросов (космическое радиоизлучение) поставлен отдельно от радиометодов изучения межзвездной среды?.. И так далее.

Теперь по существу самих вопросов программы. Что означает «взаимодействие» кометных хвостов с солнечной плазмой? (§ 5). Какие соображения заставили составителей

* Программы факультативных курсов для средней школы. Изд. «Просвещение», М., 1967.

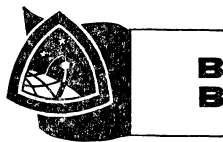
программы отделить газовые туманности от межзвездной среды и почему программа имеет в виду изучение последней только радиометодами? Можно продолжить список претензий к содержанию вопросов, но есть ли в этом необходимость? Ведь и так ясно, что вся программа «Физика Космоса» написана непродуманно и небрежно.

Указанная в программе литература слабо соответствует содержанию программы, особенно, если программа предназначена для учителей. Из шести названных в программе книг только три (вторая, третья и шестая) — учебные, остальные относятся к жанру занимательной научно-популярной литературы, правда, далеко не одинаковой степени трудности. При этом, книги вторая и шестая раскрывают только первый вопрос § 6, а третья — § 7 и 9. Ряд вопросов, содержащихся в § 1, 2, 4, 5 и 9, или совсем не освещены в указанной литературе, или освещены очень неполно, в сугубо популярной форме.

Но наиболее существенным недостатком рецензируемой программы является то, что она почти полностью повторяет вопросы, содержащиеся в новой программе, по которой будут изучать астрономию с 1968/69 учебного года. Время, отводимое на учебную программу, тоже составляет 35 часов, так что, по сути дела, ни о каком «специальном» факультативном курсе не приходится и говорить. Для «специального» курса из всего материала программы нужно было выбрать два-три вопроса и изложить их содержание в значительно более расширенном виде. Тогда могли бы возникнуть несколько астрофизических спецкурсов (каждый по 35 часов), например: «Физика Солнца и звезд», «Физика межзвездной среды», «Космические лучи» и др.

Подводя итог, можно с уверенностью сказать, что составители программы «Физика Космоса» явно недостаточно разобрались в назначении специальных факультативных школьных курсов и едва ли осознали ту ответственность, которая была возложена на них как на авторов одного (а по астрономии — единственного!) из этих курсов. В результате, вместо помощи, они принесли явный вред, отпугивая от преподавания факультативного курса по астрономии учителей, которые интересуются этой наукой и хотели бы более углубленно обучать выпускников средней школы, увлекающихся тайнами Космоса.

Р. В. КУНИЦКИЙ
профессор



**В ОТДЕЛЕНИЯХ
ВАГО**

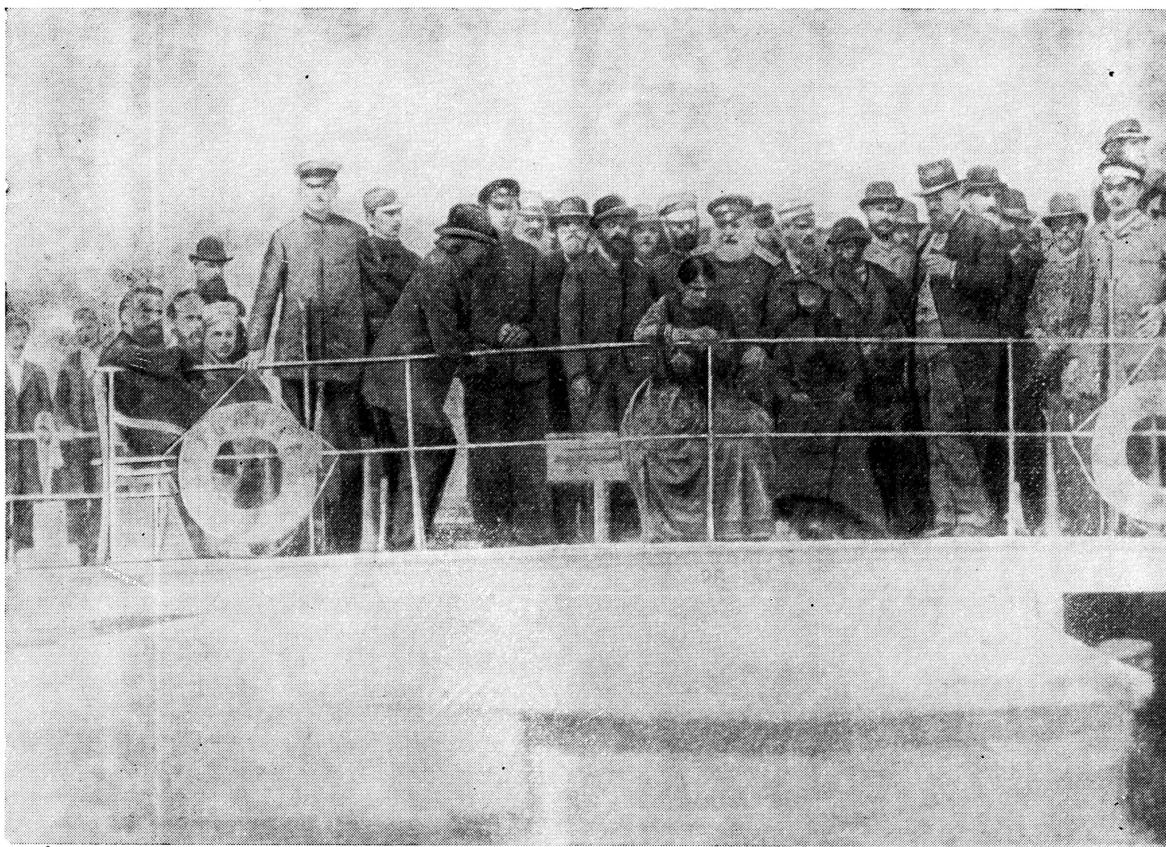
Горьковскому отделению ВАГО — 80 лет

Полоса полной фазы затмения Солнца 7 августа 1887 г. проходила через город Юрьевец Костромской губернии. Утром этого дня у пристани Юрьевца уже стояли четыре парохода с пассажирами из Нижнего Новгорода, приехавшими наблюдать затмение. Среди них был знаменитый писатель В. Г. Короленко, автор очерка «На затмении». В этом очерке В. Г. Короленко, пораженный темнотой, забитостью русского народа, писал:

«Ох, скоро ль будет день на святой Руси, — подумал я невольно, — тот день, когда рассеются призраки, недоверие, вражда и взаимные недоразумения между теми, кто смотрит в трубы и исследует небо, и теми, кто припадает к земле, а в исследовании видит оскорбление грозного бога».

И не случайно, именно во время затмения родилась мысль о создании в Нижнем Новгороде кружка любителей физики и астрономии. И не случайно также, в первом параграфе «Устава» кружка было записано, что «Нижегородский кружок любителей физики и астрономии имеет целью содействовать развитию астрономических, физических и всех относящихся к ним знаний».

4 ноября (23 октября) 1888 г. состоялось торжественное открытие Нижегородского кружка любителей физики и астрономии. Инициаторы создания кружка, как сообщил в своем выступлении первый председатель правления кружка П. А. Демидов, предполагали построить вскоре обсерваторию, «которая была бы доступна всем желающим полюбо-



Нижегородцы на пароходе «Эолина» после наблюдения солнечного затмения 7 августа 1887 г. Третий слева — писатель В. Г. Короленко

ваться и познакомиться с небом». Городская управа отвела под обсерваторию Георгиевскую башню Нижегородского кремля, но средств на ее переустройство не выделила. Не было на первых порах и телескопа. Поэтому вначале деятельность кружка любителей физики и астрономии ограничивалась чтением лекций по разным вопросам астрономии, физики, метеорологии, публикацией в местных газетах и в журнале «Наука и жизнь» материалов по астрономии. Позднее, когда получили от академика Ф. А. Бредихина 4-дюймовый рефрактор фирмы Мерца, в саду гимназии были организованы наблюдения звездного неба. В этих наблюдениях иногда участвовал и А. М. Горький.

Вскоре кружок приобретает известность в разных концах России. Многие любители астрономии, в том числе и К. Э. Циолковский,

становятся его иногородними членами. Благодаря поддержке кружка увидели свет первые работы К. Э. Циолковского.

Общение с любителями астрономии подсазило идею издания «Астрономического календаря», первый выпуск которого вышел в 1895 г. Можно без преувеличения сказать, что «Календарь» стал неизменным спутником нескольких поколений истинных любителей астрономии и помог их объединению.

В 1900 г. на Всемирной выставке в Париже «Календарь» был удостоен Большой серебряной медали.

Главной своей задачей Нижегородский кружок любителей физики и астрономии считал распространение знаний среди народа. Кроме лекций для членов кружка, ежегодно проводились специальные курсы по различным разделам математики и физики. Время

от времени организовывались общеобразовательные курсы для взрослых. Большим событием в жизни Нижнего Новгорода явилось открытие в 1916 г. Городского народного университета. Кружок принял живейшее участие в разработке учебных программ для университета и обеспечил его кадрами преподавателей по физико-математическим наукам.

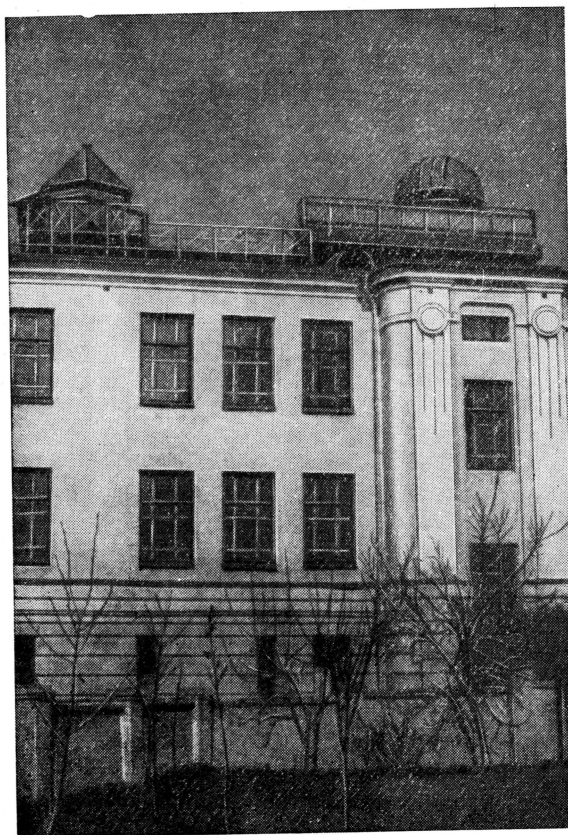
При народном университете было создано лекционное бюро, состоявшее в основном из членов кружка. Особенно активно работало бюро в годы революции. Об этом свидетельствует сохранившаяся переписка: «Рабочий и солдатский Клуб» просит бюро приступить к чтению лекций; «Правление Союза молодежи рабочих и служащих Молитовской льнопрядильной фабрики» в письме от 25 октября 1917 г. просит «устроить на фабрике в самом непродолжительном времени ряд лекций на научные темы» и т. д.

Члены Нижегородского кружка любителей физики и астрономии после революции приступили к строительству обсерватории. Купол для обсерватории делали в Ленинграде, а телескоп заказали фирме Цейсса.

В 1923 г. при кружке была организована лаборатория-мастерская, в которой изготовлялись механические детали и приспособления к телескопам кружка, демонстрационные приборы для школ. Научным руководителем мастерской был Б. А. Остроумов — сотрудник Нижегородской радиолaborатории. В 1933 г. мастерская была передана университету, а позднее на ее основе были созданы мастерские Горьковского физико-технического института при Горьковском государственном университете.



Плакат о кинофильме и лекции, которую прочли члены Нижегородского кружка любителей физики и астрономии Г. Г. Горянов и А. В. Виноградов



Обсерватория Горьковского отделения ВАГО, расположенная на крыше Горьковского педагогического института

В 1927 г. закончилось строительство обсерватории, и члены кружка получили, наконец, базу для наблюдений. На обсерватории были установлены рефрактор Мерца (диаметр 108 мм), кометоискатель Рейнфельдера (диаметр 68 мм), а в 1929 г. — 130-миллиметровый рефрактор Цейсса. В обсерватории был создан коллектив наблюдателей и начались систематические наблюдения двойных и переменных звезд.

В 1928 г. Нижегородский кружок любителей физики и астрономии стал издавать научно-исследовательский и информационный бюллетень «Переменные звезды»*.

В 1934 г. Нижегородский кружок любителей физики и астрономии был реорганизован.

* См. в этом же номере статью П. Г. Куликовского, посвященную 40-летию бюллетеня «Переменные звезды».

Деятельность кружка продолжило Горьковское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО).

В годы Великой Отечественной войны в Горьковское отделение ВАГО обращаются люди, лишенные возможности приобрести нужную литературу. Так, профессор Н. Н. Барабашов из Кзыл-Орды просит выслать «Постоянную часть астрономического календаря» и звездную карту; В. В. Федынский из Джебела (Туркменская ССР) — «Календарь на 1943 г.». О том же просит Н. М. Субботина из Ташауза, но она нуждается еще «в нескольких листочках миллиметровки, можно старой, с какими-либо чертежами» и т. д.

Несмотря на трудности военного времени и недостаток бумаги, К. К. Дубровский продолжал в Горьком издавать «Астрономический календарь».

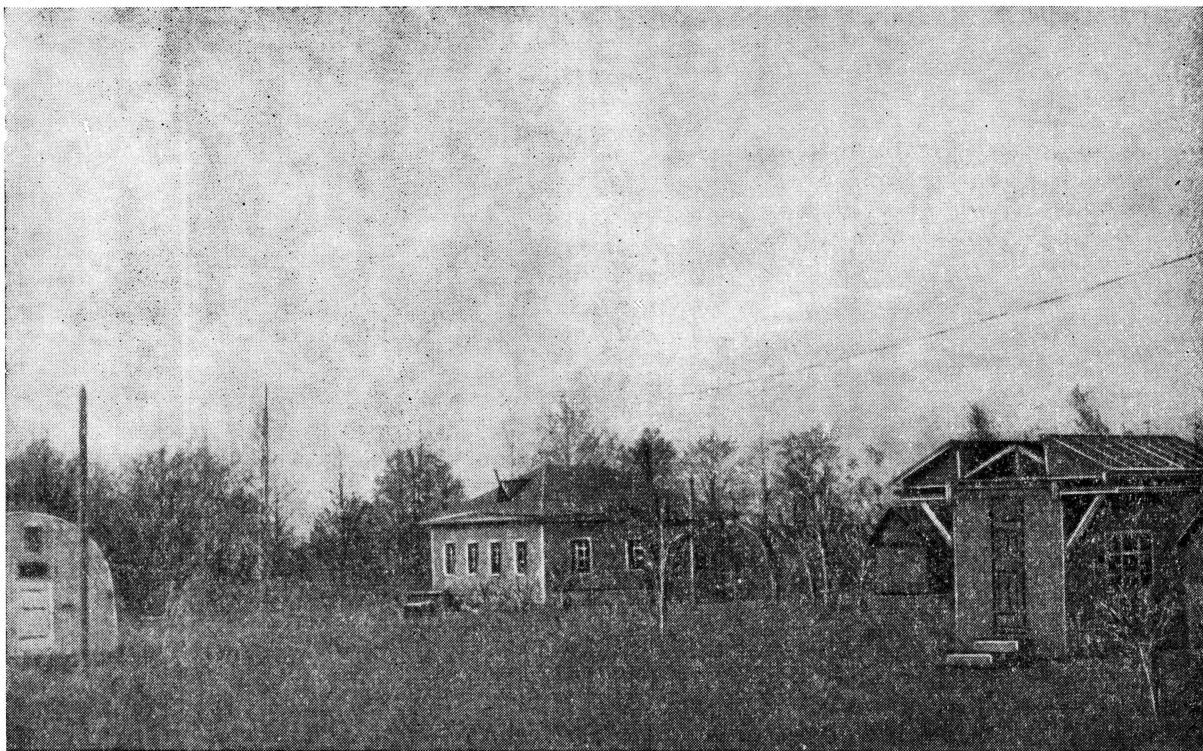
Значительное место в жизни Горьковского отделения ВАГО после войны занимала Широтная станция, созданная по инициативе профессора К. К. Дубровского в 1949 г.

Удачное расположение станции, позволившее подобрать звезды для измерения широты не только ночью, но и днем, современное оборудование, энтузиазм наблюдателей — все это способствовало превращению горьковской Широтной станции в самостоятельное научное учреждение. Члены Горьковского отделения ВАГО организовали на Широтной станции наблюдения серебристых облаков, метеоров, покрытий звезд Луной и искусственных спутников Земли. Наблюдателями спутников были в основном члены Юношеской секции*, которую сейчас возглавляет А. П. Порошин.

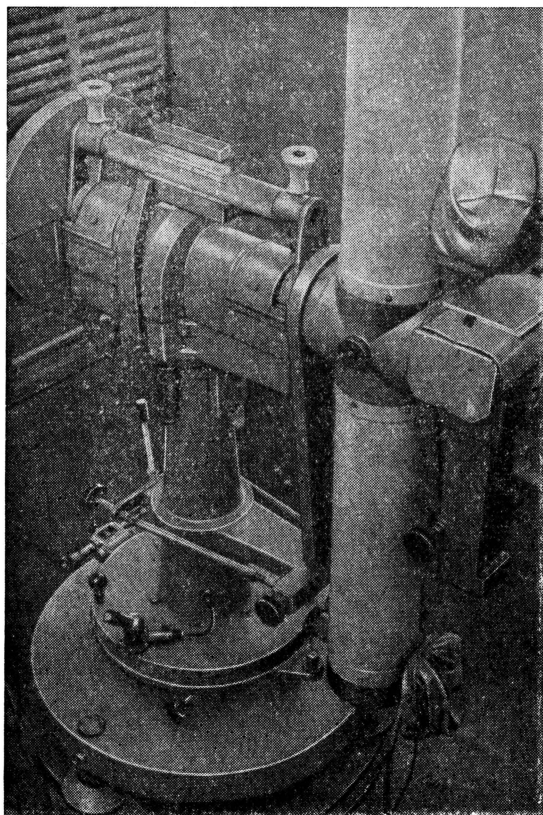
В 1963 г. Совет Министров РСФСР по просьбе ВАГО и Горьковского университета передал Широтную станцию имени К. К. Дубровского Научно-исследовательскому радиофизическому институту при Горьковском государственном университете имени Н. И. Лобачевского.

Кроме Юношеской секции в Горьковском

* См. «Земля и Вселенная», № 4, 1968 г., стр. 81.



Горьковская Широтная станция имени К. К. Дубровского



Зенит-телескоп Цейсса горьковской Широтной станции

отделении ВАГО активно работает Кружок любительского телескопостроения. Под руководством Н. М. Бенько школьники строят телескопы, а затем дарят их своим школам *.

ЮБИЛЕЙНОЕ ЗАСЕДАНИЕ ГОРЬКОВСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ВАГО

17 ноября 1968 г. в Горьком, в Доме ученых собрались члены Горьковского отделения ВАГО и многочисленные гости, чтобы отметить 80-летний юбилей первого в России астрономического кружка.

Об истории создания и деятельности Нижегородского кружка любителей физики и астрономии, а также о его преемнике — Горь-

ковском отделении ВАГО рассказал председатель этого отделения С. Г. Кулагин. Ветераны кружка: горьковчане В. В. Калашников, В. С. Лазаревский и профессор Московского университета В. В. Кукаркин поделились своими воспоминаниями. Ученый секретарь Московского отделения ВАГО В. К. Лудский передал юбиляру поздравления от космонавта К. П. Феоктистова и портрет космонавта Г. Т. Берегового, а также вручил профессору Научно-исследовательского радиофизиче-

ского института при Горьковском университете В. С. Троицкому письмо и книгу космонавта А. А. Леонова и художника-фантаста А. Соколова.

Большая группа членов Горьковского отделения ВАГО получила почетные грамоты Центрального совета ВАГО.

В фойе Дома ученых была организована фотовыставка, посвященная жизни и деятельности Горьковского отделения ВАГО.

А. П. ПОРОШИН
руководитель юношеской секции
Горьковского отделения ВАГО

Председатели Нижегородского кружка любителей физики и астрономии и Горьковского отделения ВАГО:

Демидов Платон Александрович — с 1888 по 1891 г.

Щербаков Сергей Васильевич — с 1891 по 1906 г.

Андреанов Василий Васильевич — с 1906 по 1913 г.

Мурашев Владимир Васильевич — с 1913 по 1934 г.

Дубровский Константин Константинович — с 1934 по 1935 г.

Горяинов Гавриил Гаврилович — с 1935 по 1937 г.

Дубровский Константин Константинович — с 1937 по 1956 г.

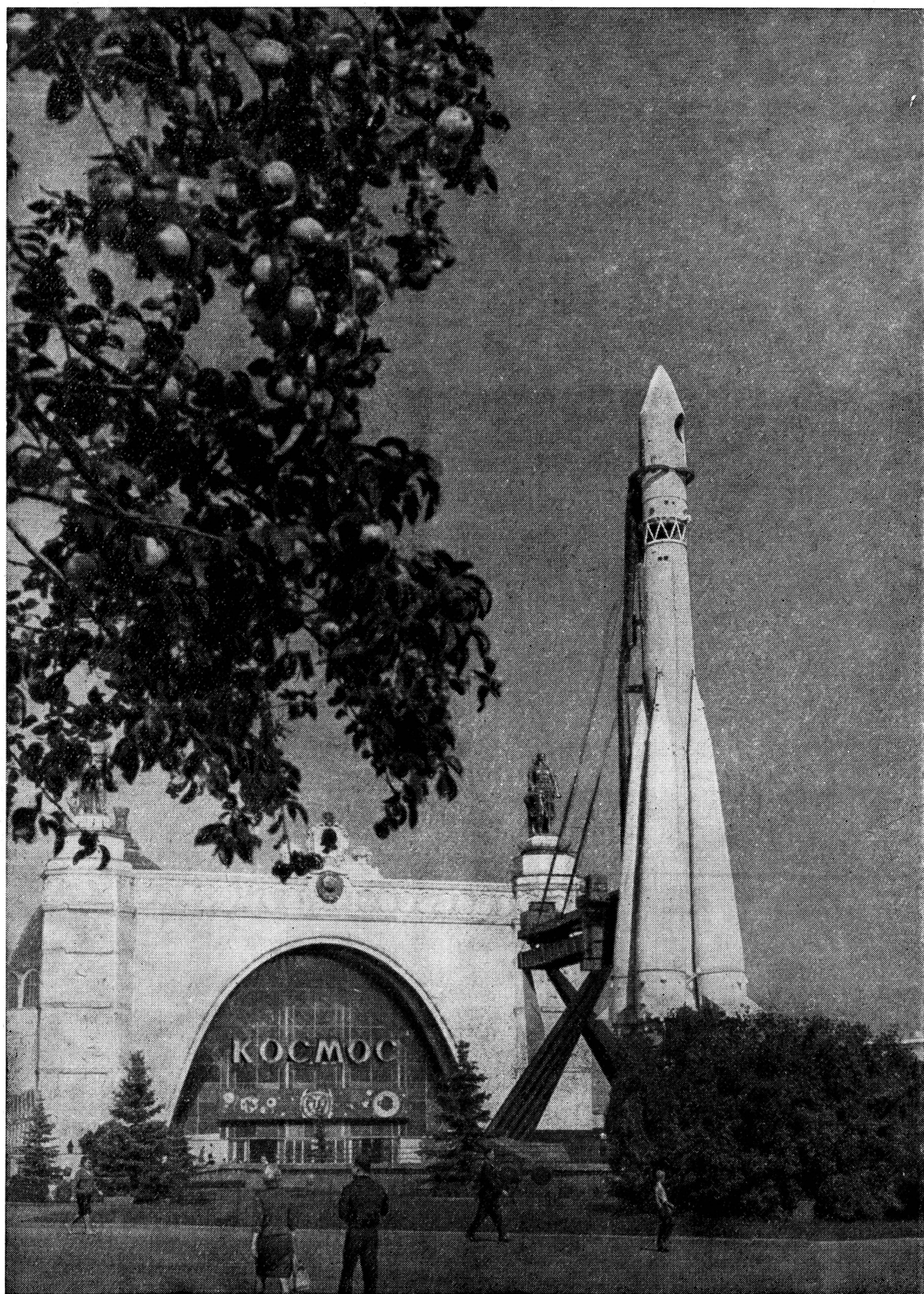
Туранский Василий Иванович — с 1956 по 1966 г.

В Горьковском отделении ВАГО установилась хорошая традиция — проводить ежегодно в дни зимних каникул семинар для учителей астрономии. С обзорами достижений науки на семинарах выступают профессора С. А. Каплан и В. В. Радзиевский. Начало этой традиции было положено руководителем Учебно-методической секции отделения Е. И. Мелохрино.

80 лет назад в России был создан первый научный астрономический кружок. Важные задачи, которые в то время пыталась решить небольшая группа энтузиастов кружка, сейчас решают тысячи членов Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

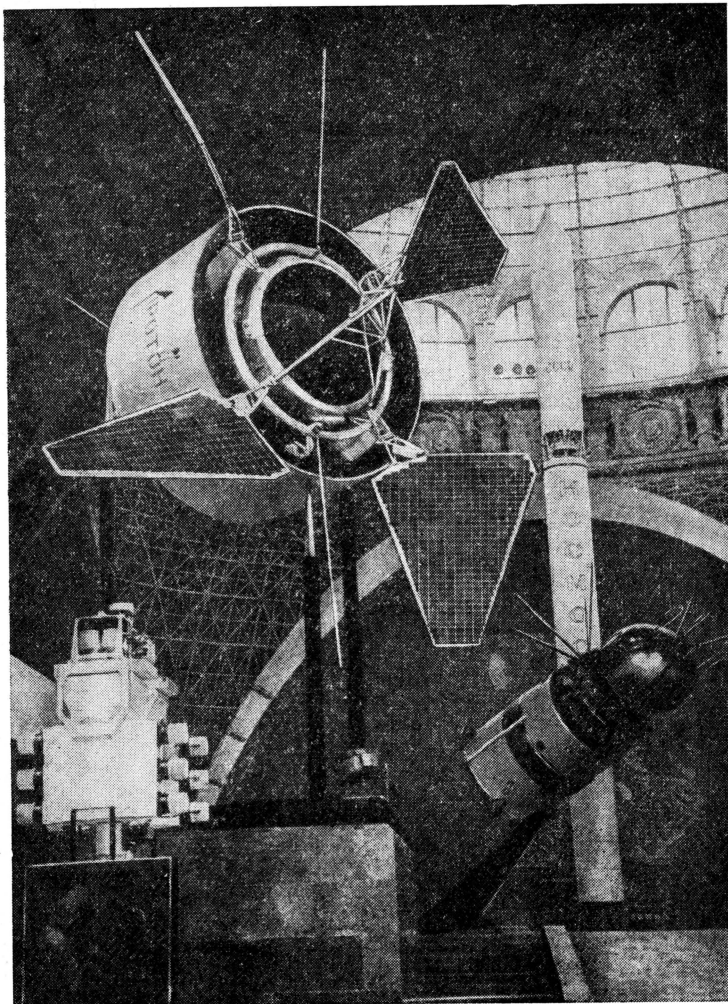
С. Г. КУЛАГИН
председатель Горьковского отделения
ВАГО

* См. «Земля и Вселенная», № 6, 1968 г., стр. 90.



Снова в «Космосе»

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЗАЛ ПАВИЛЬОНА «КОСМОС». На переднем плане — станция «Протон» с раскинувшимися на 10 м панелями солнечных батарей. Слева внизу — аппаратура станции. На заднем плане видна двухступенчатая ракета для запуска спутников серии «Космос». Перед ней — космический корабль «Восток» с третьей ступенью ракеты-носителя



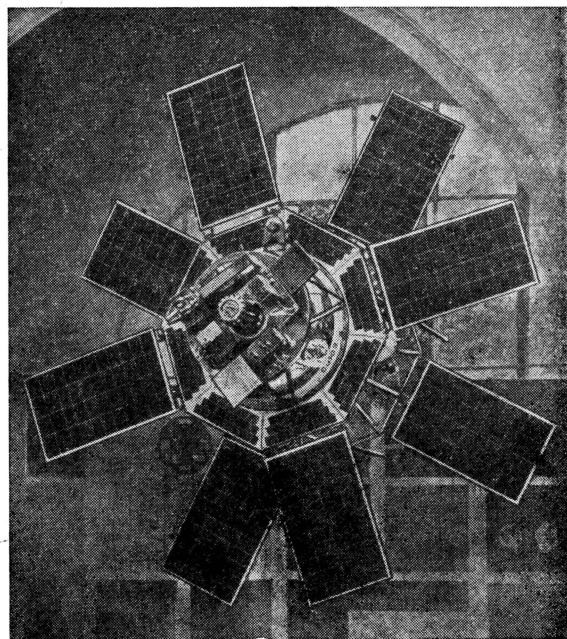
МАКЕТ ТРЕХСТУПЕНЧАТОЙ РАКЕТЫ «ВОСТОК». 12 апреля 1961 г. эта ракета вывела на орбиту легендарный корабль «Восток» с первым космонавтом Ю. А. Гагариным на борту. Длина ракеты 38 м, максимальный диаметр 10,3 м, а мощность двигателей 20 млн. л. с. (макет установлен перед павильоном «Космос»).

Стремительно развивается космонавтика. Всё новые спутники и пилотируемые корабли взлетают со стартовых площадок космодромов, уходят ракеты к Луне и далеким планетам. Старый павильон «Космос» на ВДНХ (о котором вы читали на страницах нашего журнала, № 5, 1965 г.) стал тесен для экспонатов. В ознаменование двух великих событий в истории нашей Родины — 50-летия Советской

власти и 10-летия космической эры — на территории ВДНХ был открыт новый павильон «Космос» постоянной выставки Академии наук СССР. Его часто называют «Дворцом неба и звезд». Экспозиции павильона рассказывают о пути развития космонавтики от первого проекта летательного аппарата Н. И. Кибальчича и теоретических работ основоположника современной космонавтики К. Э. Циолковского до последних достижений ракетной техники и успехов в изучении Космоса. Большое внимание уделено проблемам космической биологии и медицины, демонстрируется аппаратура жизнеобеспечения, скафандры пилотов корабля «Восход-2».

Экспозицию павильона удачно дополняет полиэкранный фильм «Космос, который демонстрируется одновременно на семи экранах. В павильоне можно посмотреть фильмы: «Десять лет космической эры», «Здравствуй, Венера!», «Космический мост» и др.

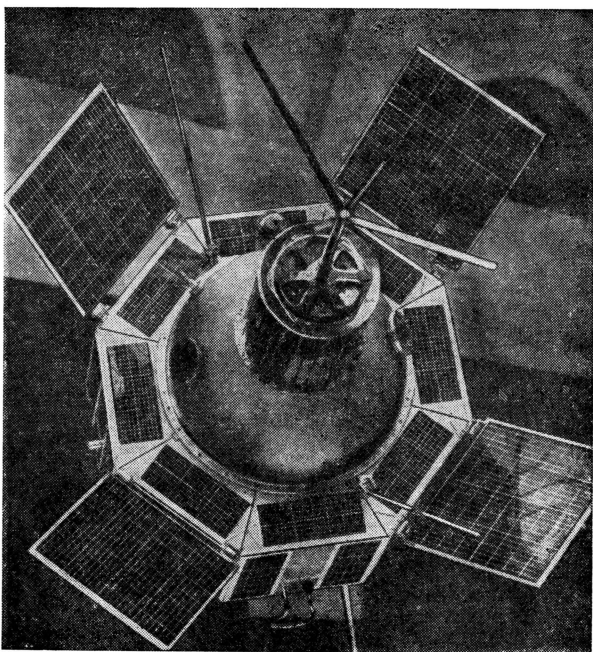
В павильоне «Космос» на многих стендах есть и Земля. Земля как космическое тело, ее рождение и эволюция, Земля как обитаемая планета и деятельность человека, направленная на преобразование земной поверхности — вот те вопросы, которые впервые освещаются очень подробно.



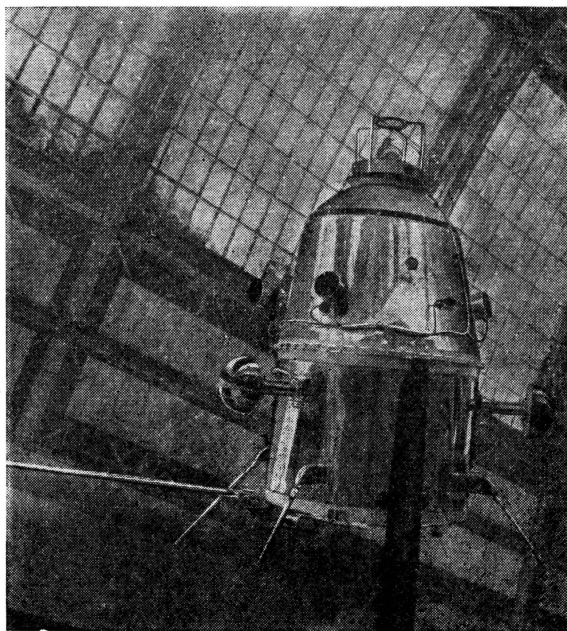
«КОСМОС» — ТАК НАЗЫВАЕТСЯ СЕРИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ для исследования космического пространства и верхних слоев атмосферы, регулярно запускаемых Советским Союзом с 16 марта 1962 г. Этот спутник предназначен для исследования Солнца



ТРЕНАЖЕР КОРАБЛЯ «ВОСТОК». Через открытый входной люк видна кабина космонавта. Посетитель выставки может «побывать» в космосе: в иллюминатор видно, как проплывают облака, а удаляющуюся Землю сменяет звездное небо. В таком тренажере первые космонавты учились жить в космосе и управлять кораблем



СПУТНИК СЕРИИ «КОСМОС» с бортовым молекулярным генератором. На нем впервые проверялась работа высокостабильного генератора в условиях невесомости



ПЕРВЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ СПУТНИК ЛУНЫ — «ЛУНА-10». Это он помог узнать состав верхнего слоя лунной поверхности и прислал новые сведения о фигуре Луны

Многочисленные восторженные отзывы посетителей павильона свидетельствуют о том, что организаторы выставки сумели доходчиво и увлекательно рассказать о достижениях

Советского Союза в освоении космического пространства.

**В. В. БАЗЫКИН
Р. Л. ХОТИНОВ**



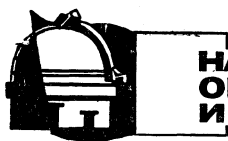
КРИНОВИТ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ

Вещественный состав метеоритов изучен достаточно хорошо. Новые химические соединения в них теперь обнаруживают редко. Тем больший интерес представляет открытие, которое сделали сотрудники Чикагского геологического музея. Они обнаружили

в графитовых включениях трех железных метеоритов (Аризонском, Вичита Каунти и Яндегайн) новый минерал. Международная минералогическая ассоциация присвоила этому минералу название криновит, в честь известного советского метеоритолога, доктора геолого-минералогических наук Е. Л. Кринова.

Криновит — сложный силикат, его упрощенная формула: $\text{NaMg}_2\text{CrSi}_3\text{O}_{10}$. Это — зерна изумрудно-зеленого цвета размером до 200 мк и плотностью 3,38 г/см³. В земных горных породах криновит до сих пор никогда не встречался.

«Science», 161, 786, 1968.



НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ

Будни Народной обсерватории

Астрономическая обсерватория при Дворце культуры автозавода имени И. А. Лихачева в Москве была создана в 1939 г. по инициативе и при активном участии Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества, предоставившего в распоряжение обсерватории 175-миллиметровый рефрактор Мерца. Обсерваторию возглавлял вначале Б. И. Меламедов, затем Н. И. Штейнберг, а в послевоенное время — В. А. Руфова и Р. Л. Хотиник. Последние 12 лет обсерваторией руководит автор статьи Н. К. Семакин, отдавший много сил и труда организации разнообразных занятий по астрономии с рабочими завода и членами их семей. В обсерватории не раз проводились выездные собрания ВАГО, систематически организуются лекции для посетителей, тематические вечера, более 10 лет работает клуб юных астрономов. Здесь выступали крупные ученые — члены ВАГО, в том числе профессора К. Л. Баев, Б. А. Воронцов-Вельяминов, Д. Я. Мартынов, А. Г. Масевич, П. И. Попов, В. В. Федынский и другие. Работа заводской обсерватории — пример, заслуживающий подражания.

На крыше Дворца культуры автозавода имени И. А. Лихачева можно заметить необычные для московских улиц сооружения: два серебристых купола. В ясные вечера большой купол оживает, медленно поворачивается. На его сверкающей поверхности появляется темная полоса — начинаются наблюдения неба на одной из первых, организованных в нашей столице народных обсерваторий.

Телескоп (175-миллиметровый рефрактор) обычно готовят к наблюдению школьники — активисты Народной обсерватории. А потом башню заполняют те, кого привлекло небольшое объявление о том, что сегодня в Народной обсерватории состоится наблюдения Луны и Венеры.

Перед наблюдениями заведующий обсерваторией кратко рассказывает об объекте наблюдений. Например, если это Луна, то он знакомит посетителей с физической природой Луны, объясняет причины изменения ее фаз, показывает глобус Луны. Наконец, начинаются наблюдения.

Плавно поворачивается труба телескопа, приводимая в движение часовым механизмом. Один за другим подходят люди к окуляру, смотрят, отрываются, чтобы взглянуть мимо трубы на Луну, опять смотрят в телескоп и, уступая место другим, делятся впечатлениями.

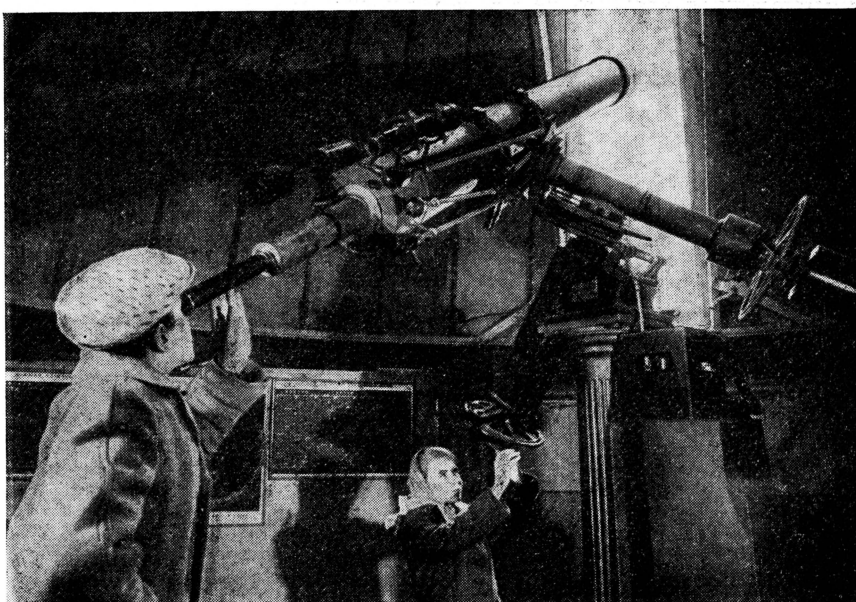
А потом возникает много вопросов, на которые даются обстоятельные ответы. Когда в башне становится тесно, желающие наблюдать Луну приглашаются на открытую площадку к переносному телескопу поменьше. Возле него тоже начинаются беседы о Луне.

Тем временем большой телескоп наводят на Венеру. Короткие объяснения, показ самодельного плаката, на котором изображен серпик планеты. И снова наблюдения и вопросы, вопросы...

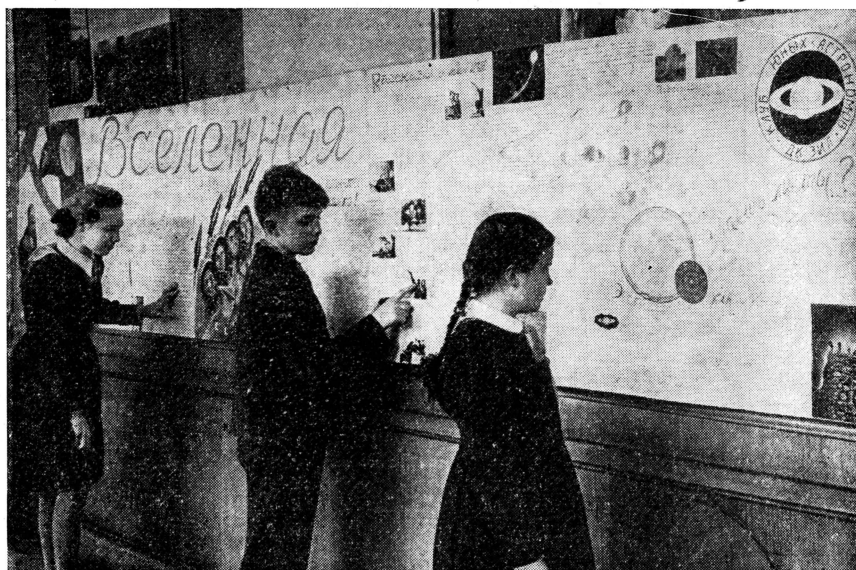
А на открытой площадке уже зашел разговор о созвездиях, звездах, галактиках. Самые замечательные из этих объектов демонстрируются в телескоп.

А если случается пасмурная погода, то к услугам посетителей обсерватории — искус-

Народная обсерватория автозавода имени И. А. Лихачева. Школьники готовят телескоп к наблюдению



Стенгазета «Вселенная», которую выпускают школьники—члены клуба юных астрономов



ственное звездное небо самодельного планетария. Оно так же, как настоящее, усыпано искорками звезд, но им можно управлять. Когда показывают диапозитивы или диафильмы, глобус Земли или глобус Марса, небо исчезает и виден полотняный купол. Усевшись

поудобнее, посетители слушают рассказ о звездах и созвездиях, о мелькающих по небу метеорах, о многоцветных полярных сияниях и серебристых облаках, о планетах, Луне и Солнце. А тем временем эти небесные явления и тела демонстрируются на полотняном



На занятиях одной из групп клуба юных астрономов при Народной обсерватории

куполе. Потом снова вопросы и ответы на них. А поздним вечером — прощание с условием, что непременно будет встреча у телескопа.

Сюда, под купол самодельного планетария, приходят школьники целыми классами. Здесь они слушают рассказы о Земле и Космосе, отсюда начинается их путь к наблюдениям неба, к более глубокому восприятию всего того, что им уже известно о космическом пространстве и небесных телах из школьного учебника.

Сделали этот планетарий тоже школьники — члены клуба юных астрономов, который вот уже более десяти лет работает при

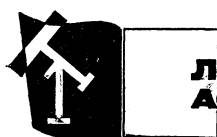
обсерватории. Ребята из клуба юных астрономов организуют выставки, изготавливают астрономические приборы, выпускают стенную газету «Вселенная», в которой рассказывается обо всем, что волнует устремляющихся к звездам.

В клубе юных астрономов около полусотни мальчиков и девочек. Клуб имеет своего президента (так в шутку называют старосту). Группы клуба комплектуются с учетом возраста и подготовки школьников. На занятиях каждой из них изучаются звездные карты и телескопы, ставятся доклады, ведутся наблюдения, которые затем обрабатывают сами школьники. Как большие праздники в конце каждого учебного года, проходят отчетно-творческие вечера клуба. На них лучшие члены клуба получают грамоты и подарки.

Юные любители астрономии помогают готовить и проводить тематические вечера по космонавтике, астрономии, геофизике, атеизму. По-разному называются эти вечера («Мы рождены, чтоб сказку сделать былью!», «Советские колумбы космоса», «Что встретят космонавты на Луне и Марсе?», «Солнечная активность. А что это такое?», «Что мы знаем и чего не знаем о Вселенной?», «Хорошо ли мы знаем свою Землю?», «Атмосферные призраки и космические подарки», «Как люди создавали богов и почему их сейчас отвергают», «Берегите чистоту детских душ!»), но цель их одна: приобщить широкие массы населения к научным знаниям и активно способствовать воспитанию диалектико-материалистического мировоззрения молодежи и трудящихся.

Почти 30 лет ведет активную научно-просветительную и атеистическую работу Народная астрономическая обсерватория Дворца культуры ЗИЛ. Накоплен богатый опыт, который может заинтересовать тех, кто становится на путь служения благородному делу популяризации научных знаний среди населения.

Н. К. СЕМАКИН
заведующий Народной обсерваторией Дворца культуры автозавода имени Н. А. Лихачева



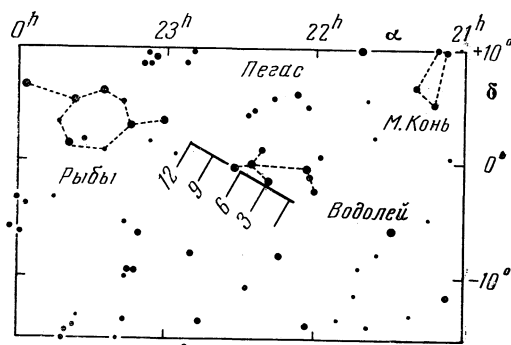
Метеорные потоки в мае—июне 1969 года

В самом начале мая, незадолго до рассвета, когда на юго-востоке поднимается созвездие Водолея, по небу начинают скользить необычайно красивые, быстрые и яркие метеоры, принадлежащие к потоку майских Аква-ри-д (η-Аква-риды). После метеоров часто остаются плотные и длинные следы, медленно дрейфующие на фоне звездного неба. Хотя часовые числа η-Аква-рид невелики (обычно около 5), их полет оказывается настолько впечатляющим, что запоминается надолго, вознаграждая за проведенные без сна предутренние часы.

Радиант η-Аква-рид расположен вблизи экватора. Он доступен наблюдениям только в южных районах нашей страны. Но и там, пока небо остается темным, радиант не поднимается высоко. Потому так низки часовые числа метеоров. Зато в южном полушарии это один из самых активных потоков с часовыми числами до 30. Геоцентрическая скорость метеоров 68 км/сек.

Первое упоминание о потоке η-Аква-рид относится к 1848 г. В 1910 г. было установлено, что радиант η-Аква-рид в течение суток смещается.

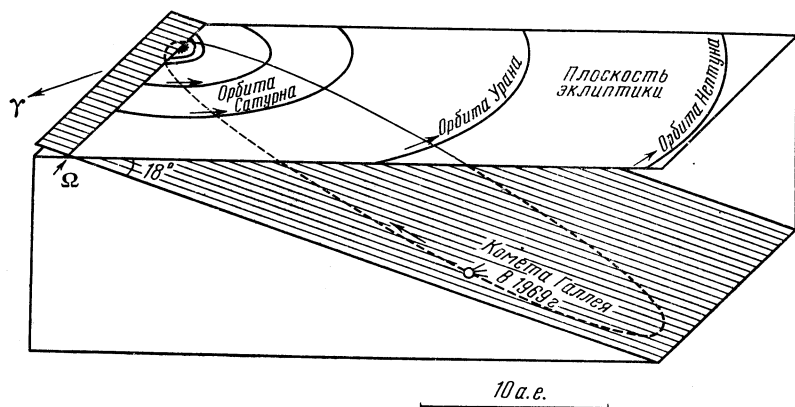
Поток майских Аква-рид связан с кометой Галлея. Во время последнего появления кометы Земля прошла сквозь ее хвост. Это событие вызвало немало толков и суеверных страхов, хотя и произошло совсем недавно — в 1910 г. Орбита этой кометы дважды проходит вблизи орбиты Земли (как и вблизи орбит Венеры и Марса). Поэтому связанные с кометой метеоры тоже наблюдаются дважды: в мае они называются η-Аква-ридами, в октябре превращаются в Ориониды. В обоих случаях Земля пересекает наружные,



ПЕРЕМЕЩЕНИЕ РАДИАНТА η-Аква-рид среди звезд в мае 1969 г.

очень разреженные части замкнутого кольцевого роя.

19 мая Земля проходит около нисходящего узла орбиты кометы, который расположен внутри земной орбиты, на расстоянии 0,15 а. е. от нее. Плотность метеорного роя в этом месте чрезвычайно мала, и также мала активность потока. Наблюдать его в это время даже на юге нашей стране практически нельзя. Но Земля движется к узлу орбиты кометы и, удаляясь от нее, выходит из метеорного роя. Уже 30 апреля — 1 мая можно наблюдать метеоры. На минимальном расстоянии от орбиты роя, равном 0,064 а. е., Земля находится 5 мая. В это время наблюдается максимум η-Аква-рид. Затем расстояние Земли от роя увеличивается, она проходит все менее плотные области роя. Численность метеоров падает и после 10—12 мая наблюдать их не удастся. Заметим, что



ПОЛОЖЕНИЕ ОРБИТЫ КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ в солнечной системе и комета Галлея в 1969 г.

1000 лет назад минимальное расстояние между орбитами кометы и Земли было в 2 раза меньше, но постепенно из-за планетных возмущений орбиты отодвинулись друг от друга.

Кроме η -Акварид в мае — июне можно наблюдать много других потоков. Среди них Боотиды, действующие с конца мая и на протяжении почти всего июня. Это быстрые, белые метеоры, часто болиды. Они связаны с короткопериодической кометой Понса — Виннеке (поэтому их иногда называют Понс — Виннекидами). Максимум Боотид наступает 10 июня. В это время их радиант расположен недалеко от β Волопаса: $\alpha = 14^{\text{h}}40^{\text{m}}$; $\delta = +45^{\circ}$. Иногда часовые числа достигают 60.

С 10 по 22 июня на границе между созвез-

диями Змееносца и Скорпиона действует поток метеоров Скорпиониды. Во время максимума, 22 июня, координаты радианта: $\alpha = 16^{\text{h}}36^{\text{m}}$; $\delta = -19^{\circ}$. Часовые числа около 5.

21 июня можно наблюдать поток с радиантом: $\alpha = 15^{\text{h}}56^{\text{m}}$; $\delta = -23^{\circ}$. В 1937 г. часовые числа достигали 90, причем большинство метеоров были яркие.

Около 28 июня можно наблюдать красноватые, слабые, очень медленные η -Урсиды. Это — небогатый поток. Его радиант расположен на границе созвездий Волопаса и Большой Медведицы: $\alpha = 14^{\text{h}}00^{\text{m}}$; $\delta = +57^{\circ}$.

А. Н. СИМОНЕНКО
кандидат физико-математических наук

СОЗВЕЗДИЕ ГОНЧИХ ПСОВ

Созвездие Гончих Псов, занимающее на небе 465 квадратных градусов, граничит с созвездиями Большой Медведицы, Волос Вероники и Волопаса.

Согласно одному из мифов, Гончие Псы помогают Волопасу охранять Большую Медведицу (на стр. 89 изображена карта созвездия Гончих Псов, взятая из «Атласа звездного неба» Яна Гевелия).

Созвездие Гончих Псов бедно яркими звездами. Лишь две яр-

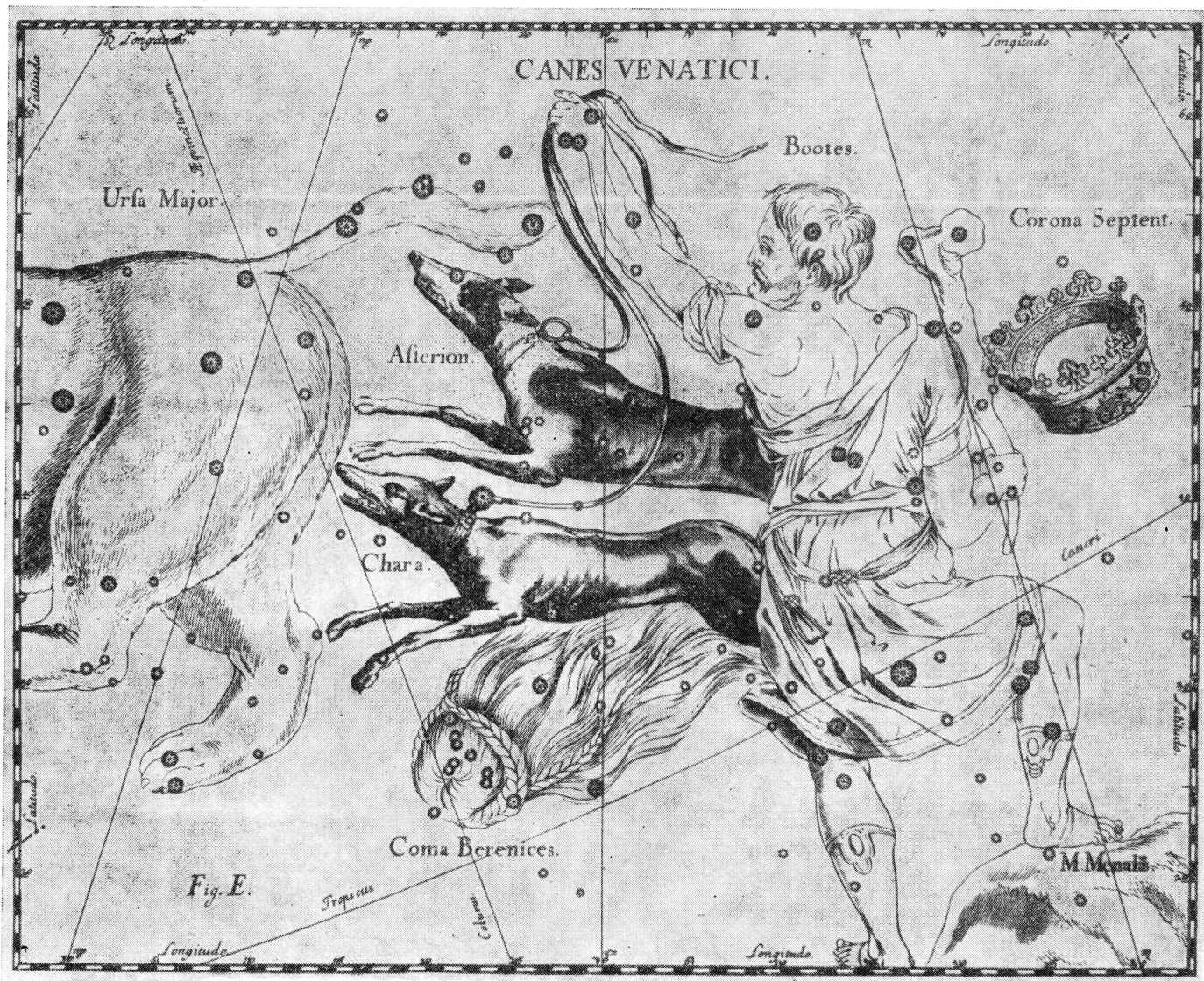
кие звезды видны в созвездии: α ($2^{\text{m}},8$) и β ($4^{\text{m}},3$). Звезда α Гончих Псов двойная: главная звезда — голубой гигант 2,9-й звездной величины; спутник — желтоватая звезда 5,5-й звездной величины, удаленная на $20''$ от главной. Каждый компонент этой двойной системы, в свою очередь, является спектрально-двойной звездой.

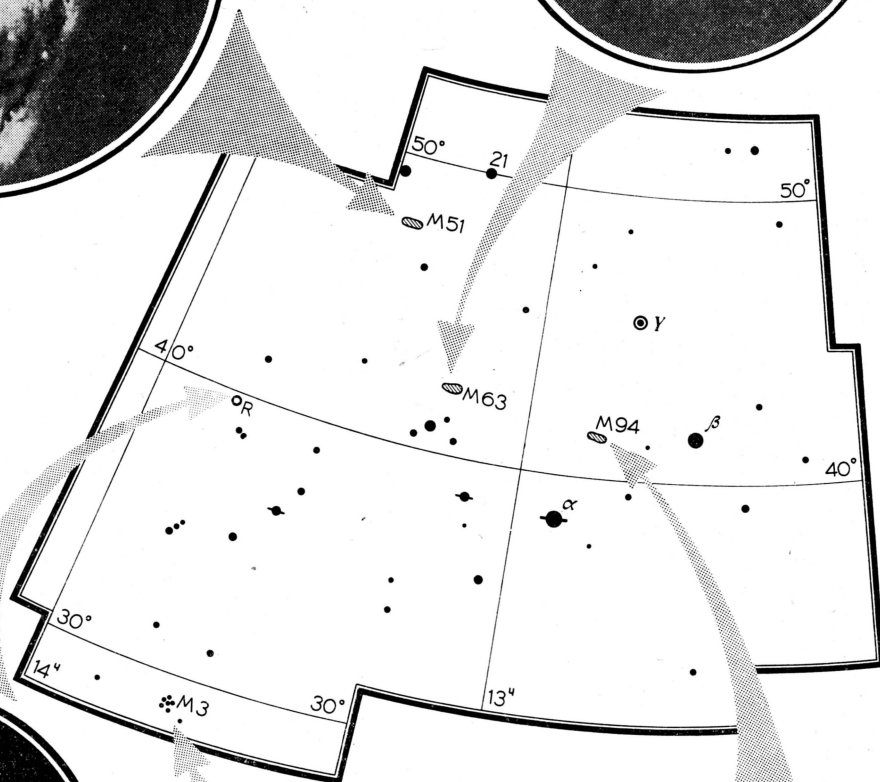
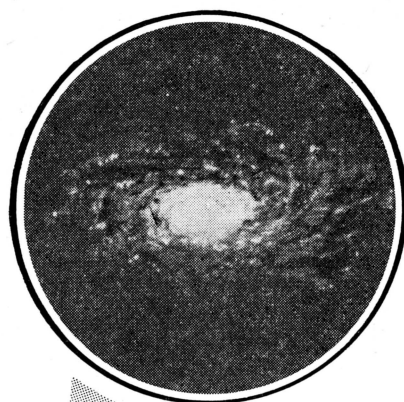
Переменные звезды. γ Гончих Псов ($\alpha = 12^{\text{h}}42^{\text{m}},8$; $\delta = 45^{\circ}43'$) — полуправильная пе-

ременная, видимая звездная величина которой изменяется от $5^{\text{m}},2$ до $6^{\text{m}},6$ с периодом 158 суток.

R Гончих Псов ($\alpha = 13^{\text{h}}46^{\text{m}},8$; $\delta = 39^{\circ}47'$) — переменная типа Миры Кита. Видимая звездная величина ее колеблется между $7^{\text{m}},3$ и $12^{\text{m}},9$ с периодом 328 суток. Ближайший максимум блеска был 14 марта.

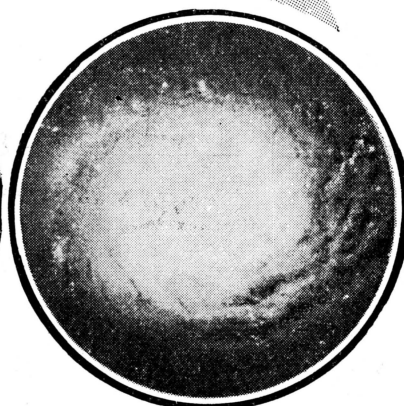
Галактики. Большинству читателей хорошо известна фотография спиральной галактики





ЗВЕЗДЫ СРАВНЕНИЯ

- $a = 6,0^m$
- $b = 8,9$
- $c = 9,1$
- $d = 9,8$
- $e = 10,2$
- $f = 10,4$



NGC 5194 (M 51) и ее спутника — неправильной галактики NGC 5195, расположенных в созвездии Гончих Псов. Галактику M 51 легко отыскать по звездам η Большой Медведицы и 21 Гончих Псов, с которыми галактика образует почти равносторонний треугольник. Координаты галактики: $\alpha = 13^{\text{h}}27^{\text{m}}.8$; $\delta = 47^{\circ}27'$. Видимая звездная величина галактики NGC 5194 равна $8^{\text{m}}.4$, а видимые размеры — $12'.0 \times 6'.0$. Галактика NGC 5195 видна как бы на продолжении одной из спиральных ветвей NGC 5194. Галактика NGC 5195 имеет видимую звездную величину $9^{\text{m}}.5$, а угловые размеры $2'.0 \times 1'.5$. Обе галакти-

ки можно наблюдать в трубы с диаметром 50 мм и увеличением 20. Спирали галактики NGC 5194 видны лишь в телескопы с диаметром 320 мм и увеличением 80.

Спиральная галактика NGC 4736 (M 94) имеет координаты: $\alpha = 12^{\text{h}}48^{\text{m}}.6$; $\delta = 41^{\circ}23'$. Ее видимая звездная величина составляет $8^{\text{m}}.3$, а угловые размеры $5'.0 \times 3'.5$. В трубы диаметром 50 мм и увеличением 10 эта галактика видна как диффузное пятнышко. Центральные части и спирали ее можно наблюдать в телескопы с диаметром 200 мм и увеличением 150.

И еще одну спиральную галактику NGC 5055 (M 63) можно

наблюдать в небольшие любительские инструменты. Координаты галактики: $\alpha = 13^{\text{h}}13^{\text{m}}.5$; $\delta = 42^{\circ}17'$. Видимая звездная величина ее равна $8^{\text{m}}.7$, а угловые размеры $8'.0 \times 3'.0$. Галактика видна в трубы с диаметром 50 мм и увеличением 10, но форму и ядро ее можно рассмотреть лишь в телескопы с диаметром 95 мм, а спирали — в телескопы с диаметром 200 мм.

Звездные скопления. В созвездии Гончих Псов в небольшие телескопы можно наблюдать шаровое звездное скопление M 3 (NGC 5272). Координаты скопления: $\alpha = 13^{\text{h}}39^{\text{m}}.9$ и $\delta = 28^{\circ}38'$; видимая звездная величина $6^{\text{m}}.4$, а угловой диаметр $9'.8$.

А. Д. МАРЛЕНСКИЙ
доцент
В. Ф. ЗАБОЛОТНЫЙ

ЯРКИЕ ПЛАНЕТЫ В МАЕ — ИЮНЕ 1969 ГОДА

Меркурий — до 18 мая виден вечером на северо-востоке, блеск планеты постепенно уменьшается до $+2^{\text{m}}.2$; в конце июня планета видна только в южных районах страны утром на северо-востоке, блеск $+0^{\text{m}}.7$.

Венера — видна утром, наибольшего блеска ($-4^{\text{m}}.3$) планета достигнет 14 мая; 11 июня в $13^{\text{h}}.8$ по всемирному времени Венера пройдет в $20'$ севернее Сатурна.

Марс — виден всю ночь в созвездии Скорпиона (31 мая блеск планеты — $2^{\text{m}}.0$), благоприятные условия наблюдения в южных районах страны.

Юпитер — виден в первую половину ночи в созвездии Девы, 3 мая блеск — $4^{\text{m}}.9$.

Сатурн — виден под утро со второй половины июня (созвездие Овен), блеск $+0^{\text{m}}.7$.

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ, ЛЮБИТЕЛИ АСТРОНОМИИ!

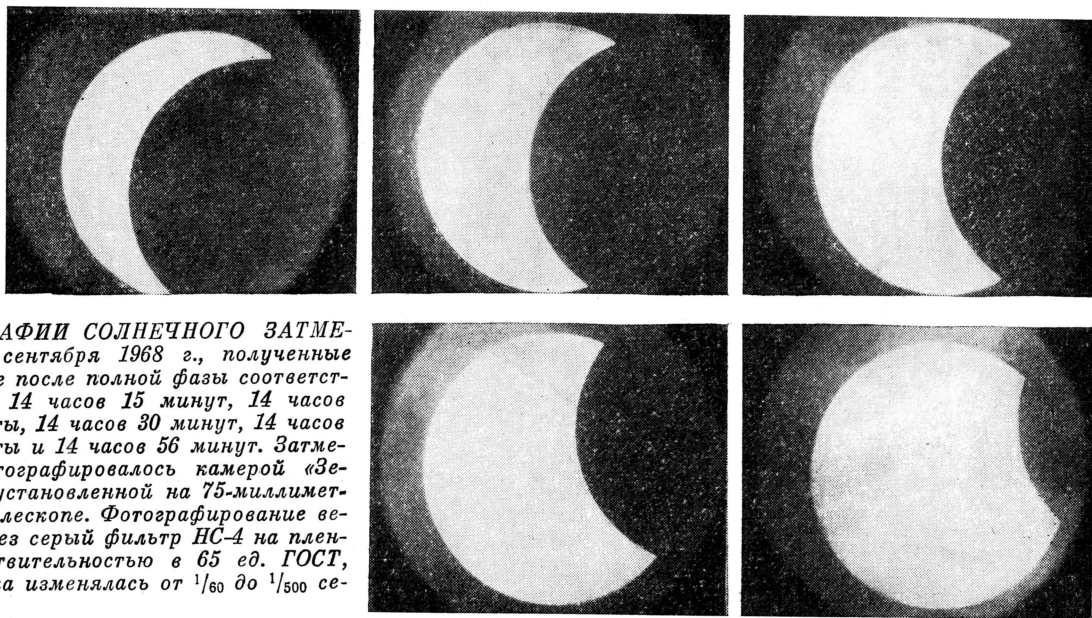
Редакция приглашает вас принять участие в работе журнала. Пишите нам о вашей работе в астрономических кружках и обществах юных любителей астрономии. Присылайте сделанные вами фотографии небесных светил и явлений, астрономических приборов, построенных вами, обсерваторий, выставок, астрономических площадок. Наиболее интересные снимки будут опубликованы.

СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ В САМОДЕЛЬНЫЙ РЕФРАКТОР

22 сентября 1968 г., в день солнечного затмения, погода не радовала москвичей: с утра небо было затянуто сплошными облаками. Но позднее немного прояснилось, и временами затмение



А. Н. Козлов у своего рефрактора



**ФОТОГРАФИИ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕ-
НИЯ 22 сентября 1968 г., полученные
в Москве после полной фазы соответст-
венно в 14 часов 15 минут, 14 часов
24 минуты, 14 часов 30 минут, 14 часов
44 минуты и 14 часов 56 минут. Затме-
ние фотографировалось камерой «Зенит-С»,
установленной на 75-миллимет-
ровом телескопе. Фотографирование ве-
лось через серый фильтр НС-4 на плен-
ку чувствительностью в 65 ед. ГОСТ,
выдержка изменялась от $\frac{1}{60}$ до $\frac{1}{500}$ се-
кунды**

можно было видеть сквозь облач-
ность. Чтобы сфотографировать
затмение, приходилось буквально
ловить эти моменты и, в зависи-
мости от плотности облаков, ме-
нять выдержку. Мне удалось по-
лучить лишь пять снимков част-
ных фаз затмения.

Я фотографировал затмение с
помощью 75-миллиметрового
рефрактора, который собрал сам.

Окуляр зрительной трубы
ЗРТ-452 (объектив — просветлен-
ный ахромат с диаметром 75 мм
и фокусным расстоянием 650 мм)
я заменил специальной кремалье-
рой, предназначенной для уста-
новки различных окуляров, све-
тофильтров, а также малофор-
матной фотокамеры. Окулярами
телескопа служат 7-, 10- и 15-
кратные окуляры от микроскопа.

При этом общее увеличение теле-
скопа равно соответственно 18,
26 и 40×. Из двух имеющихся в
продаже 20-кратных луп я со-
брал окуляр, с которым увеличе-
ние телескопа составляет уже
104×. Затмение я фотографиро-
вал с 15-кратным окулярным
увеличением.

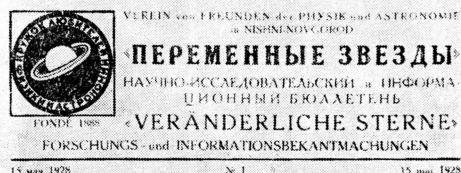
А. Н. КОЗЛОВ

Бюллетеню «Переменные звезды» — 40 лет!

В 1928 г., через 40 лет после своего основания, Нижегородский кружок любителей физики и астрономии начал выпускать научно-исследовательский и информационный бюллетень «Переменные звезды». Организатором бюллетеня

был совсем юный в то время «переменщик» Б. В. Кукаркин. Б. В. Кукаркину тогда пришлось проявить большую настойчивость, отстаивая необходимость нового научного издания. Некоторые представители старшего поколения астрономов считали, что по-

скольку выходят немецкие журналы «Astronomische Nachrichten», имеющие международный характер, и «Beobachtung Zirkular» нет нужды в новом издании. В Нижегородском кружке полагали,



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ — FORSCHUNGSTEIL

TU Cas ($\alpha^{\circ} 20^{\circ} 56' - 30^{\circ} 43' 51''$) Nach 62 Beobachtungen erhalten wir folgende Normalperiode (Max.): 242 5319.984 (m. Z. Gr. $\odot$). Max. 7.39, min. 8.27; M-m = 0.58; M-m P = 0.27.

22.1912 Gem ($\alpha^{\circ} 43^{\circ} 10' - 32^{\circ} 43' 2''$) Nach 64 Beobachtungen der Stern ist unregelmäßig veränderlich zwischen 5.78 - 6.18 *Bemporad* (A.N. 4568) giebt die Amplitude 0.47; A. Kuhl (A.N. 4578) - 0.4; Potsdam obs. - 0.45; F. Jordan (Harc. Bull. 831) - 0.3 (photographisch). Spektrum Ko.

RR Lyr ($\alpha^{\circ} 22^{\circ} 16' - 42^{\circ} 35' 51''$) Nach 57 Beobachtungen Normalmaximum = 242 5326.272 (m. Z. Gr. $\odot$). Max. 7.23; min. 7.56; M-m = 0.10; M-m P = 0.38.

VW Cep ($\alpha^{\circ} 20^{\circ} 38' 39'' - 75^{\circ} 13' 7''$) Nach 105 Beobachtungen erhalten wir folgende Normalminimum diese 3 Lyrae Veränderliche: 242 5299.652; 5321.288; 5327.435; 5329.653. Mit der Epoche, die veröffentlicht ist in A.N. 5530, erhalten wir neue Elemente: min. (m. Z. Gr. $\odot$) = 242 4680.7467 + ... 0.24589 E. Max. 7.61; min. 7.87; min. 7.77.

Nishni-Novgorod.

B. Kuкаркин.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ — INFORMATIONSTEIL

Новоткрытые	214.1928 And $\alpha^{\circ} 21^{\circ} 58' - 30^{\circ} 20' 6''$ 12.9 - "
персональные звезды	215.1928 Her 16 56 51 + 30.23.2 13.6 - 14.8
	216.1928 Her 17 54 25 + 30.17.7 12.0 - 13.2
	217.1928 Cyg 20 45 54 + 49.27.6 12.0 - 14.5

(A. N. 5558 H. Kuкаркин-Shaw).

Новые переменные, открытые Гарвардской обсерваторией, поднимавшиеся выше 13.0:

HV	α°	δ°	α°	δ°	HV	α°	δ°	α°	δ°
4274	16 ^h	44 ^m	12 ^s	30 ^s 31 ^s 28 ^s	122 ^s	123 ^s	4349	16 ^h	52 ^m 16 ^s
4277	14	30	25	0.6	12.5 - ?	1356	38	16	24 27.5 12.5 - 13.6
4280	47	28	29	7.1	12.5 - 13.8	1368	52	26	28 41.8 12.6 - 14.9
4282	47	47	24	46.5	12.8 - 13.3	1389	17	1	36 32 33.6 12.8 - 14.1
4283	48	58	28	48.8	11.9 - 14.5	1410	3	33	27 9.2 11.8 - 12.7
4289	49	35	23	42.7	12.8 - 16.4	1413	3	54	27 7.7 11.9 - 12.7
4292	49	56	29	12.1	16.8 - 17.7	1415	4	25	32 33.8 11.1 - 12.1
4293	51	22	32	25.5	11.5 - 12.3	1421	35	4	39 11.6 11.1 - 16.2
4299	51	41	31	55.3	12.3 - 13.6	1433	54	42	37 11.7 12.8 - 13.9
4322	51	57	26	26.5	12.2 - 13.9	1436	18	0	23 38 33.8 12.8 - 16.4
4330	55	28	26	5.4	12.7 - 14.3	1439	8	21	37 8.7 12.3 - 14.0
4354	56	12	25	13.8	12.3 - 13.9	1441	12	0	38 34.3 12.6 - 16.7
4386	57	17	25	47.5	12.8 - 13.4	1452	19	0	57 22 53.5 12.8 - ?
4348	16	57	15	24	20.4 12.3 - 14.2	4453	19	3	6 - 23 34.3 12.0 - ?

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

Бюллетень, издаваемый Астрономическим советом Академии наук СССР

Том 16

№ 3 (123)

Январь 1968 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Н.В. Гусева, Г.С. Наревский. Изучение долгопериодических цефеид.	
1. Редукция различных спектральных определений в систему МК	292
Е.Д. Павловская. Определение собственных движений 23 переменных звезд	305
Н. Николов. Каталог характеристик кривых блеска и показателей цвета 302 цефеид по фотометрическим наблюдениям в системе U, B, V	312
Л. Робинзон. Четыре переменные типа RR Лиры в Волопасе	331
Р.И. Чуприна. О двух полуправильных переменных звездах типа S Лисички и RR Лиры	349
Л. Робинзон. AB Aquarii	354
Л. Робинзон. BW Aquarii	358
Г.А. Ланге. Письмо в редакцию бюллетеня "Переменные звезды"	361

CONTENTS

N.N. Guseva and G.S. Narovsky. Study of Longperiod Cepheids.	
1. Reductions of different spectral determinations into one system MK	292
E.D. Pavlovskaya. Determination of Proper Motions of 23 Variable Stars	305
N.S. Nicolov. Catalogue of Characteristics of the Light Curves and Colour Indexes of 302 Cepheids Based on Photoelectric Observations	312
L.J. Robinson. Four RR Lyrae Stars in Aquarius	331
R.I. Chuprina. Two Semiregular Variables: S Vulpeculae and RR Lyrae	349
L.J. Robinson. AB Aquarii	354
L.J. Robinson. BW Aquarii	358
G.A. Lange. A Letter to the Editorial Board of the Bulletin "Variable Stars"	361

291

Одна из двух страниц первого номера бюллетеня «Переменные звезды»

«Переменные звезды» в 1968 г.

что издание научно-исследовательского бюллетеня противоречит чисто любительским задачам кружка. Однако все препятствия были преодолены, и 15 мая 1928 г. вышел первый номер бюллетеня «Переменные звезды». Он состоял всего из одного листка, на двух страницах которого была и «научно-исследовательская часть» (исследование четырех переменных звезд), и «информационная» (список более 30 открытых переменных), и сообщения о 10 исследованных (пять из них были изучены Б. П. Герасимовичем во время его командировки на Гарвардскую обсерваторию).

Второй номер (3 июня 1928 г.) содержал работы уже трех авторов (В. П. Цесевич, Б. В. Кукаркин и В. М. Чернов). Просьба

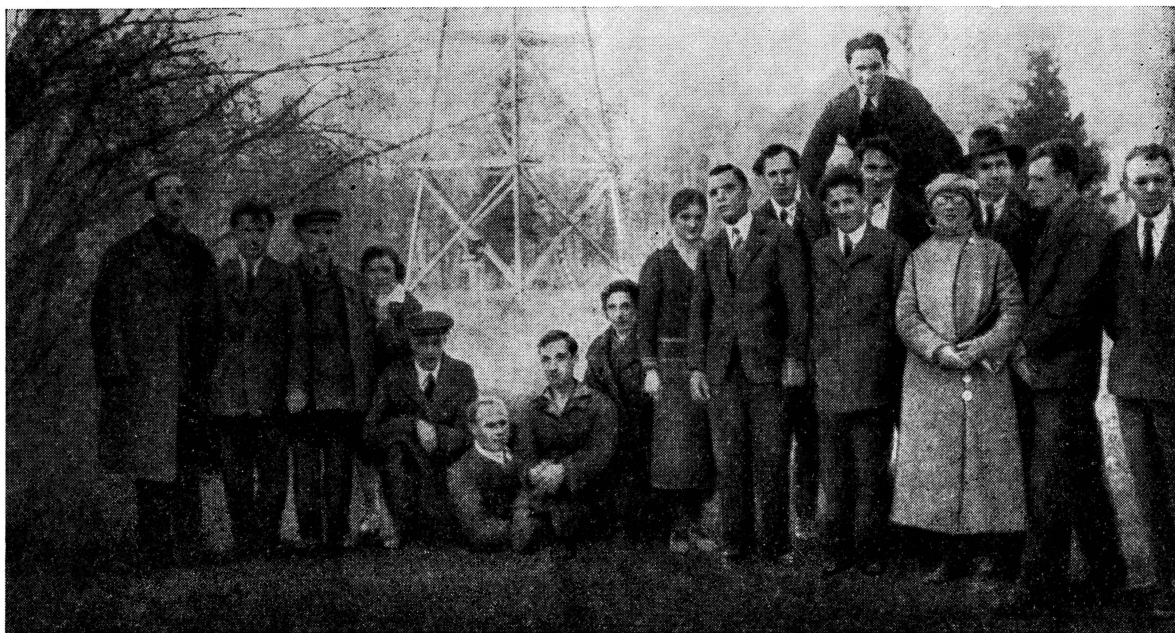
В. П. Цесевича присылать ему наблюдения μ Цефея, считавшейся классической неправильной звездой, а также призыв наблюдать TU Дракона, «не подчиняющуюся никаким законам», были первыми ростками того коллективизма и планового начала в организации исследований, которые стали характерными для дальнейшего развития нашей науки.

В третьем номере появилась первая информация о теоретической работе (о новых звездах). В дальнейшем интерес к теоретическим работам неуклонно возрастает. Информационная часть стала ограничиваться звездами ярче $10^m,5$ в максимуме, что отражало скромные наблюдательные возможности тех лет.

Первые номера бюллетеня

«Переменные звезды» готовил к набору Б. В. Кукаркин, который, не имея пишущей машинки, весь текст писал от руки печатными буквами. Именно тогда у него вконец испортился почерк, но сохранилась способность очень четко и быстро писать «по-печатному».

В седьмом номере бюллетеня появляется первое статистическое исследование — обнаружение зависимости «спектр — период» у звезд типа W Большой Медведицы, а в следующих двух номерах — первое определение элементов орбиты двойной звезды (RU Единорога). Новое издание постепенно становилось все более известным не только у нас, но и за рубежом. В № 10 и 11 была впервые опубликована



Участники V Всесоюзной конференции исследователей переменных звезд (15—20 мая 1935 г.) на Астрономической обсерватории имени В. П. Энгельгардта. Справа налево: П. П. Паренаго, Б. В. Кукаркин, В. А. Крат, В. Б. Баласоголо, М. С. Зверев, В. Б. Никон (в максимуме кривой блеска цефеиды), Н. И. Гурьев, С. Н. Корытников, Н. Ф. Флоря, Н. Н. Сапунова, С. В. Некрасова, С. Я. Рабкин, Д. Я. Мартынов (в минимуме кривой), И. В. Белькович, Н. А. Чудовичева, П. П. Доброправин, Н. И. Чудовичев, П. Г. Куликовский

статья зарубежного автора Ф. Лаузе из Тироля.

В № 12 (уже 8 страниц!) сформулирована была программа бюллетеня «Переменные звезды»: теоретические работы, исследования отдельных переменных, краткие заметки. Сообщалось, что «работы принимаются на русском, английском, немецком и французском языках».

В дальнейшем объем бюллетеня постепенно увеличивался, росло число опубликованных оригинальных исследований переменных звезд, привлекались все новые авторы. Многие ведущие советские астрономы свои первые научные исследования посвящали переменным звездам и публиковали их в бюллетене «Переменные звезды».

Том III начинался с сообщения (на русском и английском языках) о первом совещании исследователей переменных звезд (июнь 1930 г., Нижний Новгород). В дальнейшем бюллетень, несомненно, сыграл консолидирующую роль, публикуя резолюции и материалы всех последующих конференций советских «переменщиков», освещая деятельность организованного в 1931 г. Всесоюзного центра по исследованию переменных звезд (позднее ставшего Комиссией по переменным звездам Астровета АН СССР).

Том IV (1932—1935 гг.) выходил под редакцией Б. В. Кукаркина и М. А. Борчева. М. А. Борчеву принадлежали также все переводы на английский язык, вытеснивший со страниц бюллетеня немецкий.

Всего в 60 номерах первых пяти томов бюллетеня «Переменные звезды», вышедших до войны, опубликовано более 500 статей 50 авторов (в том числе 5 зарубежных). Было охвачено около 2000 переменных и заподозренных в переменности (около $\frac{1}{7}$ всех известных в то время переменных звезд). Десять последую-

щих томов (№ 61—120, 1946—1965 гг.), а также три первые номера XVI тома содержали более 839 статей 274 авторов (в том числе 21 зарубежный). Было охвачено 1982 переменные звезды. Содержание этих томов показывает рост исследований переменных звезд в СССР, комплексность рассмотрения явлений звездной переменности, усиление астрофизической, эволюционной и космогонической направленности в исследовании переменных звезд. На страницах бюллетеня «Переменные звезды» впервые опубликованы такие важные открытия и исследования, как зависимость «период — спектр» у звезд типа W Большой Медведицы; открытие карликовой природы повторно-новых и звезд типа U Близнецов, а также зависимость «цикл — амплитуда» этих звезд, позволившая предсказать вспышку 1946 г. Т Северной Короны; определение абсолютных звездных величин переменных некоторых типов: цефеид, звезд типа RR Лиры, W Большой Медведицы, RV Тельца, RW Возничего и других; изменения периодов переменных разных типов; обнаружение переменных звезд в рассеянных скоплениях; открытие звезд типа RR Лиры в коронах шаровых скоплений; исследование переменных звезд в шаровых скоплениях; ревизия многих закономерностей у цефеид в связи с изучением проблем звездной эволюции; обнаружение переменности почти всех звезд Т-ассоциаций, имеющих эмиссию в линии H α ; исследование движения линии апсид у некоторых затменных переменных, а также разработка теории так называемых тонких эффектов у затменных переменных и многие другие важные работы.

Большие успехи советских исследователей переменных звезд позволили Исполкому Международного астрономического союза поручить в 1948 г. советским аст-

рономам окончательное обозначение новых переменных звезд, составление и издание каталогов переменных звезд и звезд, заподозренных в переменности. Эти каталоги, наряду с бюллетенем «Переменные звезды», получили в последние десятилетия широкое распространение среди ученых всех стран. Бессменный редактор бюллетеня профессор Б. В. Кукаркин был избран президентом Комиссии 27 (Переменные звезды) Международного астрономического союза (1952—1958 гг.).

С 1946 г. бюллетень «Переменные звезды» издается Астроветом АН СССР. Как и прежде, на его страницах публикуются не только исследования специалистов, но и интересные результаты любителей астрономии, участие которых в изучении переменных звезд всегда было очень полезным для науки. Каждый номер бюллетеня имеет теперь по 100—130 страниц.

Отмечая 40-летний юбилей бюллетеня «Переменные звезды», пожелаем этому ценному научному изданию дальнейших успехов.

П. Г. КУЛИКОВСКИЙ
доцент

КОСМИЧЕСКИЕ ШРАМЫ *

В настоящее время достаточно хорошо известно строение твердой поверхности, по крайней мере, трех тел солнечной системы: Земли, Луны и Марса. Одной из наиболее характерных форм их рельефа являются кратеры. На Луне они известны со времени изобретения телескопа, на Марсе обнаружены только в 1965 г. Что же касается Земли, то лет тридцать назад было известно не бо-

* Взрывные кратеры на Земле и планетах. Сборник статей. Перевод с английского под редакцией К. П. Станюковича. «Мир», М., 1968.

лее десятка мест, где падали гигантские метеориты. Сейчас положение резко изменилось: на Земле открыто около 120 метеоритных взрывных кратеров.

Трудность обнаружения на земном шаре космических шрамов объясняется тем, что наша планета геологически очень активна. За какой-нибудь десяток миллионов лет вода, ветер, тектонические процессы меняют ее облик. Поэтому потребовалось разработать сложную систему признаков, по которым можно обнаружить и идентифицировать древние метеоритные кратеры. А все крупные метеоритные кратеры имеют очень почтенный возраст, так как гигантские метеориты падают редко.

Строение метеоритных кратеров коренным образом меняется при увеличении размеров. Кратеры диаметром от нескольких десятков до сотни метров относятся к классу чисто ударных. В них обычно происходит лишь механическое дробление и горной породы, и самого метеорита. Для кратеров километрового размера характерен принципиально другой физический процесс. Энергия удара в этом случае настолько велика, что ударная волна плавит и испаряет окружающее вещество. Мощный взрыв выбрасывает миллиарды тонн осколков, переворачивает пласты, образуя огромную каменную чашу, окруженную кольцевым валом.

Но, по-видимому, еще более грандиозные явления происходи-

ли при образовании метеоритных кратеров поперечником в 10, 30 и даже 60 км (известны и такие!). Земная кора при этом расстрескивалась вглубь почти до мантии, грандиозная воронка нарушала равновесие слоев, увеличивался тепловой поток из недр. В отдельных местах падение гигантских метеоритов активизировало вулканическую деятельность. В окружающих коренных породах начинались пластические деформации, с периферии вещество выдавливалось в кратер и вверх. Геологическое исследование и бурение гигантских кратеров показало, что в середине их обычно возникает гранитное поднятие, подобное центральному горкам лунных кратеров.

Такие геологические структуры уже не похожи на кратеры, особенно, если ледники и эрозия уничтожили начальные внешние признаки и оставили только подземные «корни». Им даже пришлось дать специальное название — астроблемы, т. е. звездные раны. Геологам уже давно были известны подобные криптовулканические образования (от слова «крипто» — тайный), где имелись явные признаки мощного силового воздействия, вулканогенные породы, но не было самого вулкана. Сейчас, вероятно, загадка происхождения таких структур проясняется — причины их возникновения надо искать не в недрах, а в космосе.

Возможно, катастрофические, процессы играли в эволюции пла-

нет гораздо большую роль, чем думали раньше. Этим и объясняется огромный интерес ученых разных специальностей к ударным кратерам. Ведь в кратерах развивались давления в миллионы атмосфер и высокие температуры, при которых поведение твердых веществ подчиняется законам гидродинамики, образовывались редкостные минералы (коэсит, стишверит, алмазы), возникали необычные горные породы, тектиты, конусы сотрясения и т. п.

В книге «Взрывные кратеры на Земле и планетах» собраны наиболее интересные работы зарубежных ученых, посвященные геологии, петрографии, моделированию и физической теории образования кратеров. Особую ценность представляют конкретные описания канадских, американских, африканских структур. Нет сомнения, что и на территории нашей страны метеоритных кратеров должно быть немало, а между тем в Советском Союзе достоверными можно считать лишь кратеры Каали и Сихотэ-Алиньские. Вот почему сборник в первую очередь адресован работникам поисковых партий, геодезистам, геологам, любителям астрономии, участникам туристических походов, которые, заинтересовавшись этим вопросом, помогут отыскать на территории СССР следы грандиозных космических катастроф.

Е. В. БОРОВКОВА

Орган секции физико-технических и математических наук
Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Научно-популярный журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук И. А. ХВОСТИКОВ
Ответственный секретарь кандидат пед. наук Е. П. ЛЕВИТАН
Кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, доктор техн. наук
А. А. ИЗОТОВ, кандидат физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, кандидат
физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУ-
НИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат.
наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, кандидат физ.-мат.
наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ,
доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор
техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, академик В. Г. ФЕСЕНКОВ

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обяза-
тельна

2-я типография издательства «Наука», Москва, Г-99, Шубинский пер., д. 10

Адрес редакции:

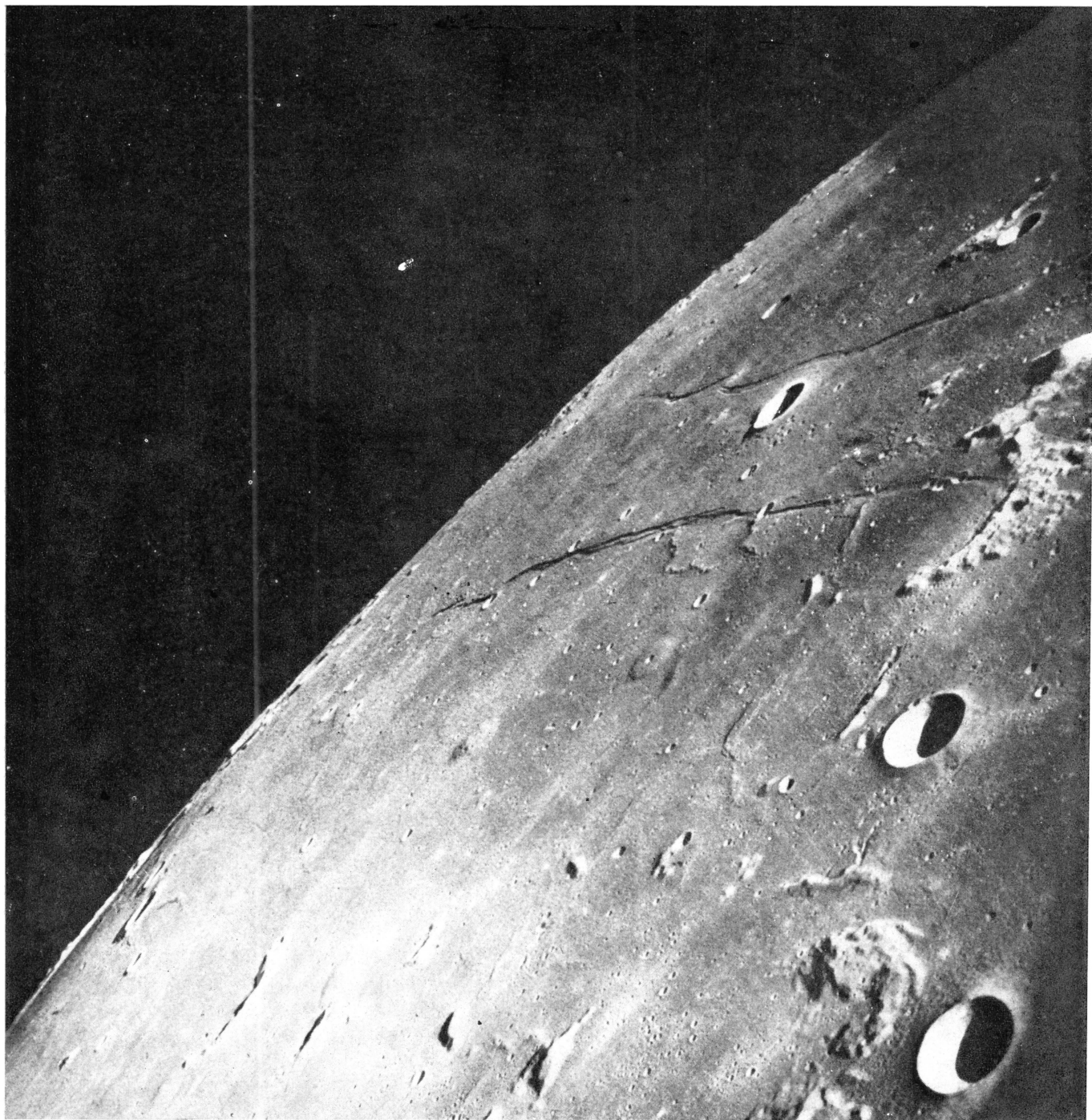


Москва, В-333,
Ленинский пр., д. 61/1
Тел. 135-64-81
135-63-08

Художественный редактор
Л. Я. Шимкина

Корректоры: А. М. Балунова,
Г. Н. Нелидова

Сдано в набор 30/XII 1968 г. Т-04145.
Подписано к печати 12/III 1969 г.
Печ. л. 6,0 (10,08). Уч.-изд. л. 9,5+1 вклейка,
Заказ 1529. Тираж 39 000 экз.
Цена 30 коп.



По мнению экипажа «Аполлона-8», этот район Луны — северо-западная часть Моря Спокойствия — наиболее пригоден для высадки будущих лунных путешественников.

Издательство

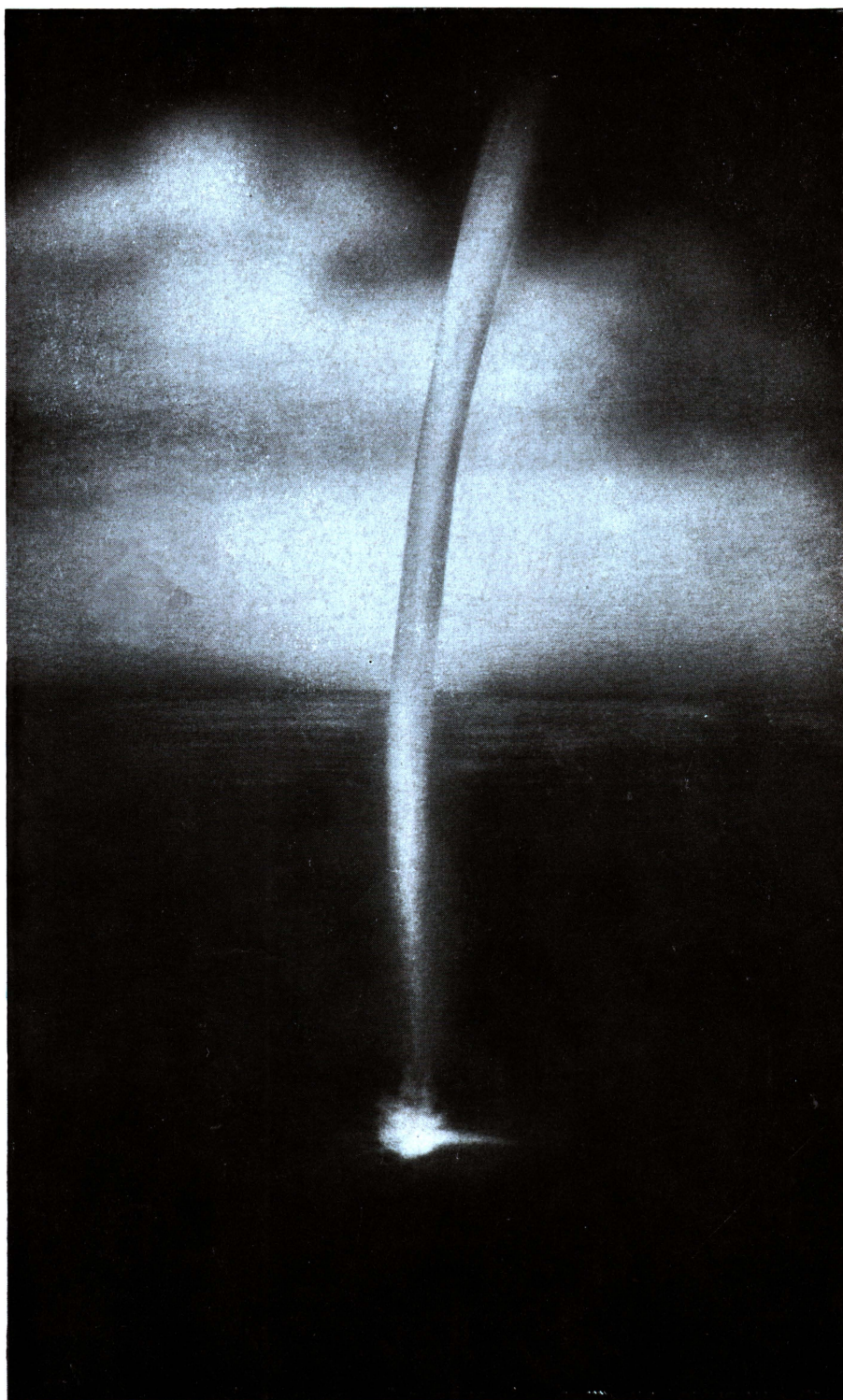


«Наука»

Уважаемые
читатели,
не забудьте
оформить
подписку
на второе
полугодие
1969 г.

на журнал

«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»



Смерч в море — водяной «собрат» атмосферного вихря торнадо.
Об удивительных свойствах торнадо читайте в следующем номере
нашего журнала.

Индекс 70336

Цена 30 коп.